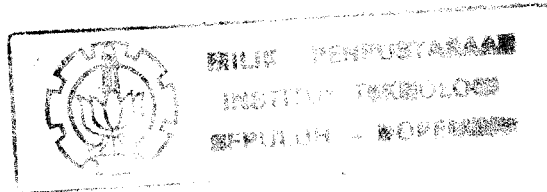
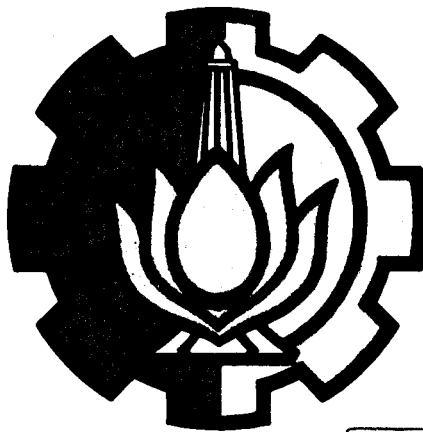


**TUGAS AKHIR
TEKNIK LAS****PENGARUH ARUS PENGELASAN CO₂
TERHADAP KEKUATAN TARIK PADA
BAJA KARBON RENDAH JIS G 3101
DENGAN KETEBALAN BERBEDA**

RSM
671.22
Kri
p-1
1998



Oleh :

PERPUSTAKAAN	
Tgl. Terima	1-4-99
Terima dari	#
No. Agenda Perp.	8402

BENI KRISDIANTO
NRP. 2194 030 082

**PROGRAM STUDI DIPLOMA III JURUSAN TEKNIK MESIN
FAKULTAS TEKNOLOGI INDUSTRI
INSTITUT TEKNOLOGI SEPULUH NOPEMBER
SURABAYA
1998**

**PENGARUH ARUS PENGELASAN CO₂
TERHADAP KEKUATAN TARIK PADA
BAJA KARBON RENDAH JIS G 3101
DENGAN KETEBALAN BERBEDA**

TUGAS AKHIR

**Diajukan Guna Memenuhi Persyaratan Untuk
Memperoleh Gelar Ahli Madya Teknik
Pada
Bidang Studi Manufaktur Dan Bahan
Program Studi Diploma III
Jurusan Teknik Mesin
Fakultas Teknologi Industri
Institut Teknologi Sepuluh Nopember
Surabaya**

**Mengetahui / Menyetujui
Dosen Pembimbing**

A handwritten signature in black ink, appearing to read 'Subowo', is written over a faint, circular official stamp. The signature is fluid and cursive.

**Ir. Subowo, MSc.
Nip. 131 652 205**

ABSTRAK

Las CO₂ adalah las busur gas yang sering digunakan untuk penyambungan logam. Pemilihan besarnya arus yang digunakan dalam las CO₂ salah satunya tergantung pada tebal pelat yang akan disambung. Dalam penelitian ini dianalisa pengaruh arus terhadap kekuatan tarik pelat tebal 6 mm dan 8 mm yang disambung dengan menggunakan las CO₂.

Pada penelitian ini menggunakan baja karbon rendah JIS G 3101 dengan ketebalan 6 mm dan 8 mm, disambung dengan menggunakan las CO₂. Arus yang digunakan adalah 140 A, 150 A dan 160 A, sedangkan parameter lain dibuat konstan. Hasil pengelasan kemudian dilakukan pengujian tarik dan ditunjang dengan uji kekerasan dan struktur mikro.

Dari hasil pengujian didapatkan bahwa daerah HAZ untuk arus 160 A mempunyai nilai kekerasan paling tinggi. Sambungan komposisi 6 mm - 8 mm dengan arus 160 A mempunyai kekuatan tarik paling tinggi yaitu 43,36 kg/mm². Untuk sambungan dengan komposisi 6 mm - 6 mm dan 8 mm - 8 mm kekuatan tarik paling tinggi pada penggunaan arus 150 A, yaitu 43,1 kg/mm² dan 46,16 kg/mm².

KATA PENGANTAR

Puji syukur kehadiran Allah Yang Maha Kuasa, yang telah melimpahkan berkat dan rahmatNya, sehingga penulis dapat menyelesaikan Tugas Akhir yang berjudul : **" Pengaruh Arus Pengelasan CO₂ Terhadap Kekuatan Tarik Pada Baja Karbon Rendah JIS G 3101 Dengan Ketebalan Berbeda."**

Tugas Akhir ini merupakan syarat kelulusan yang harus dilengkapi oleh setiap mahasiswa D3. Teknik Mesin Program Studi Diploma Tiga Fakultas Teknologi Industri Institut Sepuluh Nopember Surabaya.

Penulisan Tugas Akhir ini tidak dapat terwujud tanpa adanya bantuan dari pihak lain. Oleh karena itu, dalam kesempatan ini penulis menyampaikan ucapan terima kasih yang sangat dalam kepada :

1. Bapak DR.Ir.Soeharto, DEA selaku Kepala Program Studi D3.Teknik Mesin.
2. Bapak Ir.Subowo, MSc selaku Dosen Pembimbing Tugas Akhir.
3. Segenap Dosen pengajar Jurusan D3 Teknik Mesin ITS.
4. Semua keluarga atas segala dukungan moril maupun materiil yang sangat besar arti dan nilainya dalam penyusunan Tugas Akhir ini.
5. Teman teman Wisma Permai, Agung, Indra , Gigih, Toni, Dar, Njung, Reno dan Dody.
6. Serta semua teman angkatan '94 yang tidak mungkin disebutkan satu persatu.

Mengingat keterbatasan pengetahuan, kemampuan dan pengalaman penulis, tentunya penulisan Tugas Akhir ini masih jauh dari kesempurnaan, oleh karena itu penulis berharap petunjuk dan saran guna memperbaiki Tugas Akhir ini. Akhir kata penulis berharap semoga Tugas Akhir ini dapat bermanfaat bagi kita semua.

Surabaya, Juli 1998

Penyusun

DAFTAR ISI

JUDUL	
LEMBAR PENGESAHAN	
ABSTRAK	
KATA PENGANTAR	
DAFTAR ISI	i
BAB 1 : PENDAHULUAN	1
1.1 Latar Belakang Permasalahan	1
1.2 Perumusan Masalah	2
1.3 Tujuan Penulisan	2
1.4 Manfaat	2
1.5 Batasan Masalah	3
BAB 2 : TINJAUAN PUSTAKA	4
2.1 Klasifikasi Pengelasan	4
2.2 Las Busur CO ₂	5
2.2.1 Sumber listrik	6
2.2.2 Mesin las	6
2.2.3 Mekanisme pengumpanan kawat	6
2.2.4 Gas pelindung	7
2.2.5 Pemegang elektroda (Torch)	7
2.2.6 Metal transfer	8
2.3 Pengelasan Mild Steel	10
2.4 Metalurgi Las	10
2.4.1 Siklus thermal las	11
2.4.2 Perubahan struktur mikro daerah lasan	12
2.4.3 Sifat mekanis dan distribusi kekerasan daerah lasan	12

2.5. Ketebalan Pelat.....	13
2.6. Masukan Panas.....	14
BAB 3 : PROSEDUR PENELITIAN.....	15
3.1 Metodologi Penelitian.....	15
3.2 Pemilihan Bahan.....	16
3.3 Persiapan Bahan.....	17
3.4 Tempat Pelaksanaan.....	19
3.5 Mesin Las.....	19
3.6 Pengujian Tarik.....	19
3.7 Pengujian Kekerasan.....	20
3.8 Photo Mikro.....	21
BAB 4 : HASIL PENGUJIAN.....	22
4.1 Hasil Pengujian Tarik.....	22
4.2 Hasil Pengujian Kekerasan.....	24
4.3 Hasil Photo Mikro Mikro.....	28
BAB 5 : ANALISA DAN PEMBAHASAN.....	29
5.1 Analisa Dan Pembahasan Pengujian Tarik.....	29
5.2 Analisa Dan Pembahasan Pengujian Kekerasan	31
5.3 Analisa Dan Pembahasan Photo Mikro.....	35
BAB 6 : KESIMPULAN.....	45
DAFTAR PUSTAKA	
LAMPIRAN	

BAB 1

PENDAHULUAN

1.1. Latar Belakang Permasalahan

Menghadapi kemajuan pada era industrialisasi maka ilmu pengetahuan dan teknologi yang berhubungan dengan proses pembuatan suatu peralatan juga mengalami perkembangan yang pesat. Sebagai sarana dalam proses pembuatan salah satunya adalah proses pengelasan. Teknologi pengelasan sekarang ini banyak digunakan secara luas dalam penyambungan pada konstruksi bangunan baja dan konstruksi mesin. Penggunaan teknologi pengelasan ini di pilih dalam dalam konstruksi disebabkan karena pengerjaan konstruksi atau bangunan yang dibuat akan menjadi lebih ringan dan proses pembuatannya akan lebih sederhana sehingga biaya keseluruhan akan menjadi lebih murah.

Proses pengelasan adalah proses penyambungan bahan yang menghasilkan peleburan bahan dengan memanaskannya hingga suhu yang tepat dengan atau tanpa pemberian tekanan dan dengan atau tanpa pemakaian bahan pengisi. Dengan pengelasan kita dapat menyambung dua logam atau lebih. Pengelasan adalah suatu proses terjadinya ikatan metalurgi pada sambungan logam atau paduan yang dilaksanakan dalam keadaan cair.

Proses pengelasan yang paling umum, terutama untuk mengelas baja struktural, memakai energi listrik sebagai sumber panas; yang paling banyak digunakan adalah busur listrik (nyala). Terdapat banyak jenis las yang termasuk dalam pengelasan dengan busur listrik ini, salah satunya adalah proses GMAW (Gas Metal Arc Welding). Pada proses GMAW elektrodanya adalah kawat menerus dari gulungan yang disalurkan melalui pemegang elektroda. Perlindungan dihasilkan seluruhnya dari gas atau campuran gas yang diberikan dari luar.

Mula-mula metode ini hanya dipakai dengan perlindungan gas mulia sehingga disebut las MIG (Metal Inert Gas), tetapi karena gas mulia

ini mahal maka kemudian banyak digunakan gas CO₂ yang dipakai sebagai gas pelindung, ataupun campuran antara gas mulia dengan CO₂. Pemakaian gas pelindung CO₂ saja untuk pengelasan baja merupakan prosedur termurah karena rendahnya biaya untuk gas pelindung, tingginya kecepatan pengelasan, lebih baiknya penetrasi sambungan dan baiknya sifat mekanis timbunan las. Pengelasan MIG dengan pelindung gas CO₂ ini sering disebut sebagai las CO₂.

Untuk mendapatkan hasil pengelasan yang baik, banyak sekali faktor yang mempengaruhi keberhasilan pengelasan. Salah satunya adalah besar arus listrik yang digunakan. Dalam las CO₂ besar arus yang digunakan tergantung pada besarnya diameter kawat las dan tebal material yang akan dilas. Semakin besar kawat las atau semakin tebal material yang akan dilas maka arus yang digunakan juga semakin besar.

1.2. Perumusan Masalah

Dalam suatu proses pengelasan sering kali dijumpai bahwa logam atau paduan yang akan disambung mempunyai perbedaan ketebalan dimana untuk mengelasnya diperlukan besar arus yang sesuai untuk kedua ketebalan tersebut. Bertolak dari perbedaan ketebalan tersebut maka perlu adanya pengkajian sejauh mana pengaruh besarnya arus yang digunakan untuk mengelas dua pelat yang berbeda ketebalan ditinjau dari struktur mikro dan sifat mekanik sehingga didapatkan hasil yang diinginkan.

1.3. Tujuan Penulisan

Tujuan yang ingin dicapai melalui penelitian ini ialah mengetahui sejauh mana pengaruh besarnya arus yang digunakan terhadap struktur mikro dan sifat mekanik (kekuatan tarik dan kekerasan) pada pengelasan dua pelat yang berbeda ketebalan dengan menggunakan las CO₂.

1.4. Manfaat

Manfaat dari penelitian ini adalah untuk mengetahui struktur mikro

dan sifat mekanis hasil pengelasan sehingga dapat ditentukan arus yang paling sesuai untuk mengelas mild steel (pelat tebal 6 mm dan 8 mm) dengan menggunakan las CO₂ sehingga didapatkan hasil pengelasan yang maksimal.

1.5. Batasan Masalah

Untuk lebih mengena pada sasaran, dan dengan pertimbangan terbatasnya waktu yang tersedia, maka kami membatasi masalah yang dikaji dengan batasan sebagai berikut :

1. Specimen uji (material percobaan) terbuat dari mild steel (SS 400) dengan ketebalan 6 mm dan 8 mm.
2. Bentuk perencanaan sambungan pengelasan adalah sambungan tumpul (butt joint) dengan kampuh las (groove) V.
3. Pengelasan menggunakan Las MIG pelindung gas CO₂ (Las CO₂) semi otomatis.
4. Kecepatan pengelasan dan tegangan (V) dianggap tetap atau konstan dengan sisi las yang dianggap sempurna.
5. Waktu pengelasan untuk ketebalan 6 mm dan 8 mm dianggap sama.
6. Pendingan dengan udara terbuka.
7. Analisa dan pembahasan berdasarkan pada pengamatan sifat mekanis dan struktur mikro sambungan kombinasi 6 mm dan 8 mm.
8. Proses perpindahan panas tidak dipelajari..
9. Arus yang digunakan dalam pengelasan 140 A, 150 A dan 160 A (merupakan arus rata-rata), dengan type metal transfer short circuit.
10. Pengujian yang dilakukan adalah uji tarik, disertai dengan uji kekerasan dan struktur mikro sebagai penunjang.

BAB 2

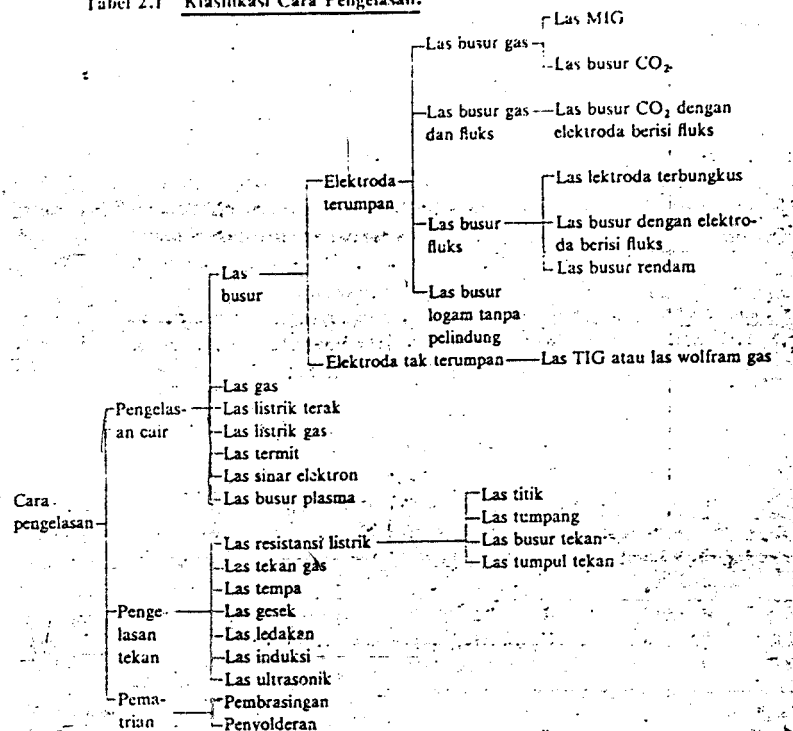
TINJAUAN PUSTAKA

2.1. Klasifikasi Pengelasan

Pengklasifikasian pengelasan dapat dibagi dalam tiga kelas utama yaitu: pengelasan cair, pengelasan tekan dan pematrian.

1. Pengelasan cair adalah cara pengelasan dimana sambungan dipanaskan sampai mencair dengan sumber panas dari busur listrik atau semburan api gas yang terbakar.
2. Pengelasan tekan adalah cara pengelasan dimana sambungan dipanaskan dan kemudian ditekan hingga menjadi satu.
3. Pematrian adalah cara pengelasan dimana sambungan diikat dan disatukan dengan menggunakan paduan logam yang mempunyai titik cair rendah. Dalam cara ini logam induk tidak ikut mencair.

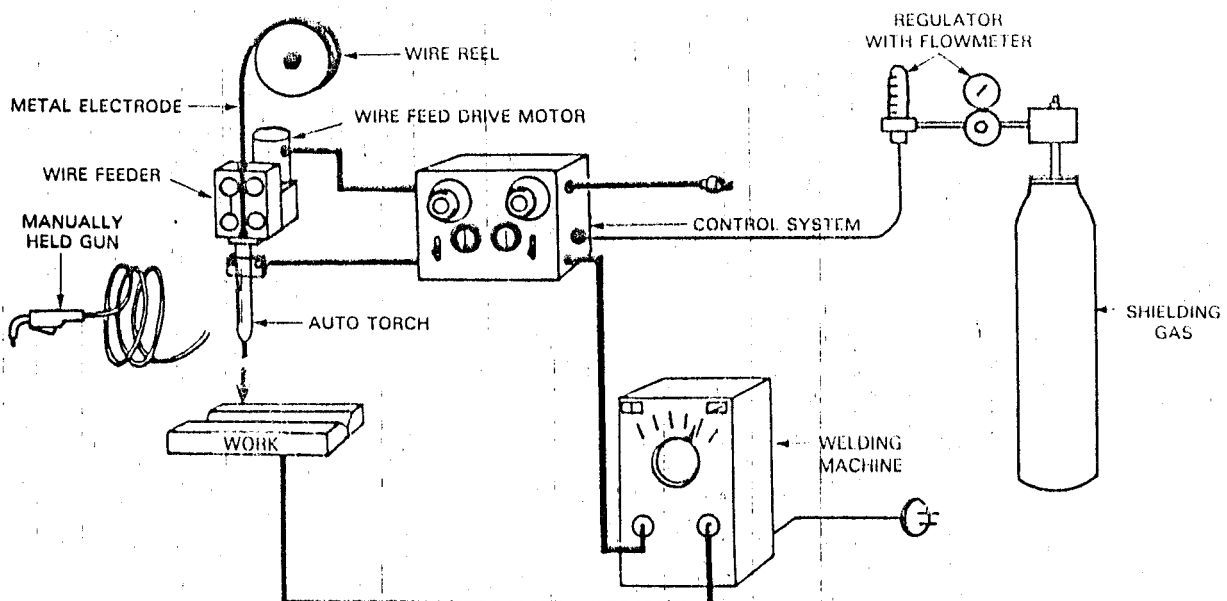
Tabel 2.1 Klasifikasi Cara Pengelasan.



Gambar 2.1. Klasifikasi Cara Pengelasan ³⁾

2.2. Las Busur CO₂

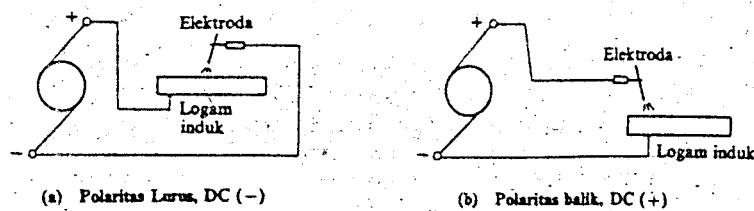
Pengelasan ini hampir sama dengan las MIG hanya saja bukan gas mulia (Ar) yang dipergunakan melainkan gas CO₂ atau campuran dari gas-gas dimana CO₂ sebagai komponen utamanya. Las busur CO₂ lebih banyak dipakai daripada jenis las-las busur lindung yang lain. Hal ini disebabkan karena cara operasinya sederhana dan efisiensinya yang tinggi. Alat las MIG dapat langsung digunakan untuk pengelasan busur CO₂ tanpa mengadakan perubahan. Elektroda yang digunakan sekaligus sebagai logam pengisi diumpankan secara terus-menerus dengan kecepatan yang konstan tertentu, bergerak sepanjang garis tertentu atau sambungan las. Pada pengelasan CO₂ panas dihasilkan dari arus yang bergerak melalui celah antara elektroda dengan benda kerja. Dengan adanya panas ini menyebabkan logam induk serta elektroda mencair yang kemudian membeku bersama-sama membentuk ikatan. Secara skematis proses pengelasan CO₂ ditunjukkan pada gambar.2.2.



Gambar. 2.2. Skema Mesin las CO₂ ¹⁾

2.2.1. Sumber Listrik

Sumber listrik yang digunakan untuk pengelasan CO₂ biasanya berupa listrik DC. Jika menggunakan arus DC maka rangkaian listriknya dapat dengan polaritas lurus (DCSP) dimana kutub positif dihubungkan dengan logam induk dan kutub negatif dengan batang elektroda atau rangkaian sebaliknya yang disebut polaritas balik (DCRP). Penggunaan arus AC untuk pengelasan CO₂ tidak pernah berhasil.



Gambar 2.3. Diagram rangkaian polaritas DCRP dan DCSP³⁾

2.2.2. Mesin Las

Mesin Las yang sering digunakan dalam pengelasan CO₂ adalah dari jenis arus searah DC karena hasilnya baik. Sedangkan penggunaan jenis arus AC tidak pernah digunakan. Mesin las sebagai power supply arus searah berupa:

1. Generator AC atau alternator dengan penyearah DC yang menyearah arus AC menjadi arus DC.
2. Transformator AC dengan penyearah DC yang menyearahkan arus AC menjadi arus DC.

2.2.3. Mekanisme Pengumpanan Kawat.

Pengumpanan kawat elektroda selalu konstan yang sebelumnya diatur dari tombol wire feed speed. Beropersinya pengumpanan kawat

elektroda ini bersamaan dengan mengalirnya gas pelindung dengan cara memijat saklar yang ada pada torch. Kecepatan pengumpanan kawat elektroda diatur dari tombol wire feed speed .

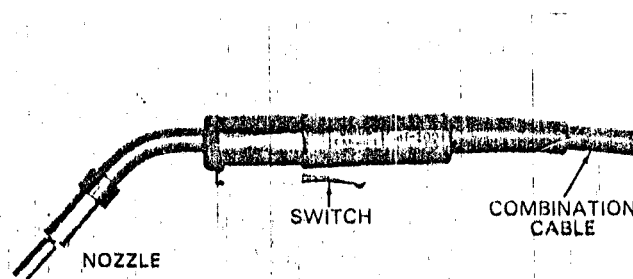
2.2.4 Gas Pelindung

Sesuai dengan namanya Las CO₂ , maka gas pelindung yang digunakan adalah CO₂. Penggunaan gas pelindung CO₂ membutuhkan arus yang lebih tinggi 25% daripada Argon dan Helium. Biasanya pengelasan dengan pelindung CO₂ polaritas yang digunakan adalah jenis DCRP. Jika polaritas yang digunakan adalah DCSP metal transfer yang terjadi adalah berupa butiran yang besar dan busur yang tidak stabil.

Dengan gas pelindung CO₂ dapat dihasilkan penetrasi yang dalam, kecepatan pengelasan lebih tinggi dan lebih ekonomis dibanding penggunaan gas mulia seperti Argon dan helium.

2.2.5. Pemegang elektroda (Torch)

Fungsi dari torch adalah untuk pengumpanan kawat elektroda, gas pelindung dan arus listrik ke arah busur. Untuk gas pelindung gas CO₂ pada kondisi pengelasan yang sama akan memberikan transfer panas yang lebih kecil kepada pemegang elektroda. Torch mempunyai bagian-bagian antara lain trigger switch, contact tube dan nozzle.



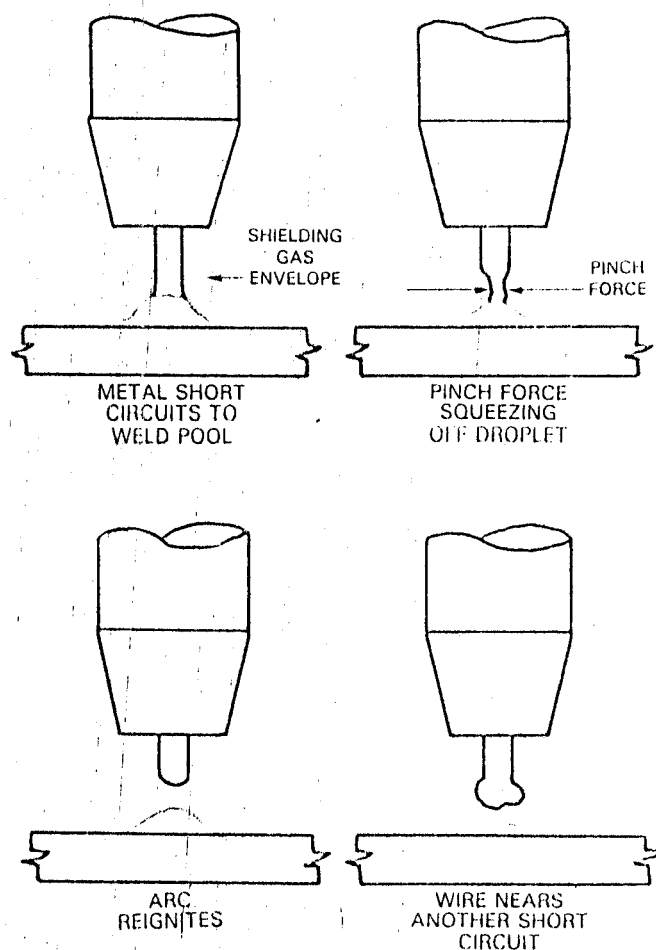
Gambar 2.4. Torch ¹⁾

2.2.6. Metal Transfer

Pada las CO₂ perpindahan logam (metal transfer) yang dihasilkan adalah short circuit transfer dan globular transfer.

2.2.6.1. Short circuit

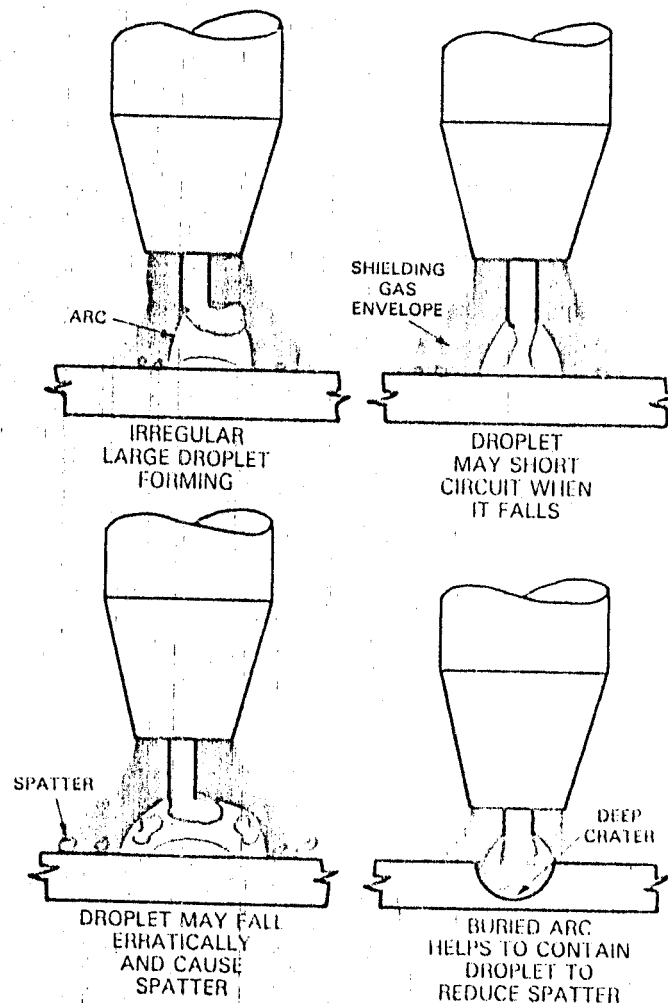
Short circuit transfer digunakan dengan arus pengelasan yang relatif rendah dan padanya digunakan elektroda dengan ukuran kurang dari 1,2 mm dg arus maksimum 200 Ampere DCRP. Proses ini terutama sekali untuk pengelasan logam yang tipis pada semua posisi, karena sangat mudah dan tidak ada perpindahan yang melintasi busurnya.



Gambar 2.5. Mekanisme Short circuit transfer¹⁾

2.2.6.2. Globular Transfer

Globular transfer dihasilkan jika arus pengelasan diatur diatas range arus pada penggunaan short circuit transfer. Besarnya range arus ini tergantung pada diameter kawat elektroda yang digunakan. Metal transfer jenis globular ini biasanya dihasilkan jika CO_2 digunakan sebagai gas pelindung. Pada proses ini perpindahan logamnya yang melintas busur terjadi sangat banyak dan berbentuk butiran-butiran yang ukurannya lebih besardaripada diameter kawat elektrodanya. Karena pertumbuhan menjadi besar elektrodanya akan jatuh karena gaya beratnya sehingga menyebabkan tetesan tersebut melintasi busur.



Gambar.2.6. Mekanisme globular transfer ¹⁾

2.3. Pengelasan Mild Steel

Mild Steel yang mempunyai kadar karbon $< 0,3 \%$, mempunyai kemampuan las yang baik apabila dilas dengan menggunakan las CO_2 . Pengelasan CO_2 untuk mild steel dapat diterapkan pada semua ketebalan. Kawat elektroda dari mild steel yang digunakan biasanya berdiameter 0,6 mm - 1,6 mm. Bila pelat tipis yang akan dilas maka digunakan sistem short circuit transfer. Bila ketebalan pelat cukupan atau tebal maka digunakan sumber tenaga yang cukup tinggi dan dikerjakan dengan menggunakan metode spray transfer.

Jenis dan Kelas		Kadar karbon (%)	Kekuatan luluh (kg/mm ²)	Kekuatan tarik (kg/mm ²)	Perpanjangan (%)	Kekerasan Brinell	Penggunaan
Baja karbon rendah	Baja lunak khusus	0,08	18-28	32-36	40-30	95-100	pelat tipis
	Baja sangat lunak	0,08-0,12	20-29	36-42	40-30	80-120	batang, kawat
	Baja lunak	0,12-0,20	22-30	38-48	36-24	100-130	Konstruksi umum.
	Baja setengah lunak	0,20-0,30	24-36	44-55	32-22	112-145	
Baja karbon sedang	Baja setengah keras	0,30-0,40	30-40	50-60	30-17	140-170	Alat-alat mesin.
Baja Karbon tinggi	Baja keras	0,4-0,50	34-46	58-70	26-14	160-200	Perkakas
	Baja sangat keras	0,50-0,80	36-47	65-100	20-11	180-235	Rel, pegas, dan kawat piano

Gambar. 2.7. Klasifikasi baja karbon ³⁾

2.4. Metalurgi Las

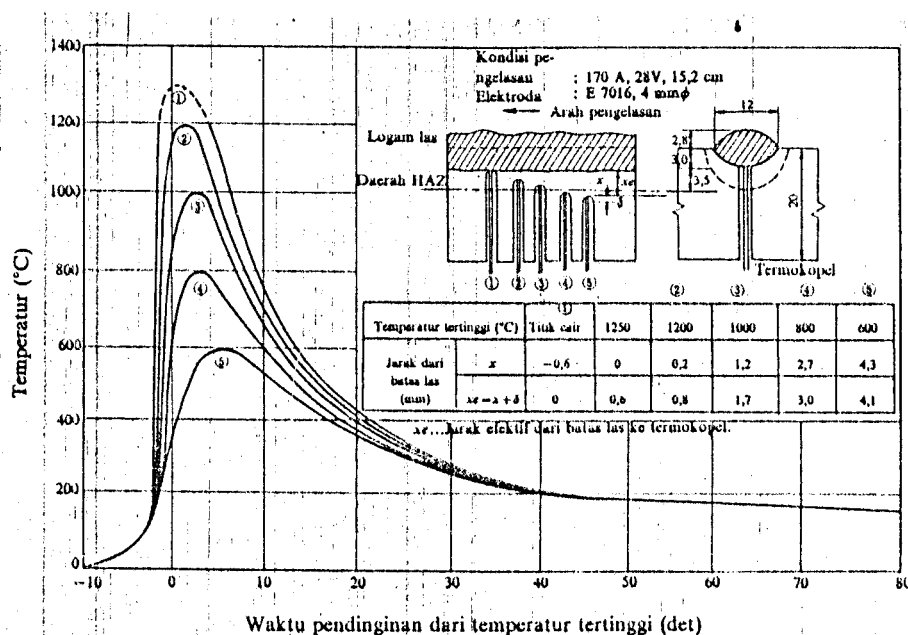
Pengelasan adalah suatu proses penyambungan antara dua atau lebih bagian logam dengan memakai energi panas. Dengan aplikasi energi panas ini maka dalam suatu proses pengelasan akan kita dapatkan suatu daerah yang mengalami temperatur diatas titik cair logam, daerah yang mengalami temperatur dibawah titik cair sedemikian rupa sehingga mengakibatkan terjadinya perubahan-perubahan metalurgis dan daerah lain yang tidak mengalami perubahan apapun. Dengan demikian suatu

sambungan las biasanya akan meliputi daerah lasan, daerah pengaruh panas (heat affected zone) dan logam dasar.

2.4.1. Siklus Thermal

Yang dimaksud dengan siklus thermal las adalah proses pemanasan dan pendinginan pada daerah lasan. Mengingat sumber panas terus bergerak dan sebagian besar benda kerja tetap dingin maka terdapat daerah-daerah dengan peak temperatur tinggi mencapai T_m (melting temperatur) atau lebih dan ada daerah-daerah dengan peak temperatur dibawah A_1 (untuk baja) $\approx 723^\circ \text{C}$, sehingga berakibat terdapatnya bermacam struktur mikro akhir dari daerah-daerah las.

Panas yang mengenai benda kerja merambat sesuai dengan pola pada gambar. Dimana bertambah jauh letak tempat yang diukur dari sumber panas, bertambah rendah temperaturnya. Dengan sendirinya pada point-point tersebut, peak temperaturnya semakin jauh juga semakin rendah.

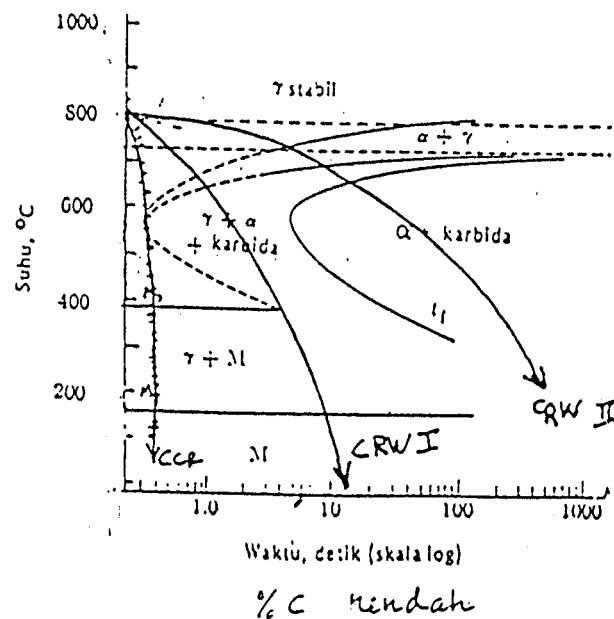


Gambar. 2.8. Siklus thermal las ³⁾

2.4.2. Perubahan Struktur Mikro Daerah Lasan

Struktur mikro logam memegang peranan penting untuk memprediksi sifat mekanisnya. Pada umumnya struktur mikro logam tergantung dari jenis logam, komposisi elemen kimianya, kecepatan pendinginannya, dan temperatur awal sebelum bertransformasi menuju temperatur kamar.

Untuk baja dapat diamati melalui diagram fasenya (Fe - Fe₃C diagram), CCT diagram dan siklus thermalnya. Yang terpenting dari siklus thermal las adalah kurva pendinginan dari masing-masing lokasi atau point, dimana makin kekanan kecepatan pendinginan lasnya makin kecil.



Gambar. 2.9. CCT baja karbon rendah ⁵⁾

2.4.3. Sifat Mekanis dan Distribusi Kekerasan Daerah Lasan

Akibat terjadinya transformasi struktur pada daerah pengaruh panas (HAZ) terjadi juga perubahan mekanis. Perubahan tersebut tergantung kepada siklus thermal di daerah HAZ dan jenis komposisi elemen dan ada tidaknya perlakuan selama proses pengelasan.

Perubahan-perubahan yang terjadi pada logam las maupun logam induk tergantung pada temperatur puncak logam itu mencair, lama waktu pemanasan, komposisi logam dan proses pendinginan. Salah satu faktor yang dapat mempengaruhi perubahan ini adalah jumlah panas yang diberikan selama proses pengelasan sedang kecepatan pendinginan dapat mempengaruhi ukuran butir dan struktur mikronya. Karena daerah HAZ mengalami pemanasan dengan pek temperatur tidak sama yang akan menurun dengan bertambah jauhnya jarak dari pusat lasan, maka dihasilkan ukuran butir yang tidak homogen. Akibatnya akan dihasilkan pula sifat mekanis yang tidak homogen.

Pada daerah batas las dimana butir-butirnya sangat kasar logam menjadi sangat getas. Pada batas las ini terjadi konsentrasi tegangan yang disebabkan oleh diskontinuitas pada kaki manik las, takik las, retak las dan lain sebagainya. Kegetasan dari batas las disamping disebabkan oleh butir-butir yang kasar, juga bisa disebabkan karena titik-titik pusat tegangan yang ada didalamnya.

2.5. Ketebalan Pelat

Pada pengelasan, hampir semua energi panas selama proses pengelasan diserap oleh pelat yang disambung. Pelat yang lebih tebal menyebar panas dalam arah vertikal dan horizontal sedang pada plat yang lebih tipis hanya terjadi penyebaran horizontal. Dengan kata lain semakin tebal pelat, semakin cepat panas hilang dari daerah pengelasan sehingga memperendah suhu pada daerah las, sehingga dapat dikatakan bahwa semakin tebal plat laju pendinginannya semakin cepat. Karena logam dasar memiliki suhu minimum untuk mencair, kita perlu menentukan ukuran las (kandungan panas) yang memadai untuk mencegah plat menyebarkan panas dengan laju yang lebih cepat dari yang diberikan. Jika suhu yang tepat pada daerah yang dilas tidak dipertahankan, keadaan peleburan yang tak sempurna akan terjadi.

2.6. Masukan Panas

Heat input atau masukan panas adalah panas yang diberikan elektrode atau ujung torch selama pengelasan.

Input panas ini dirumuskan :

$$H = \frac{f_1 \cdot E \cdot I}{V} \quad ^{5)}$$

Keterangan :

H = Input panas (joule / mm)

f_1 = Koefisien panas

E = Voltase (volt)

I = Arus listrik (A)

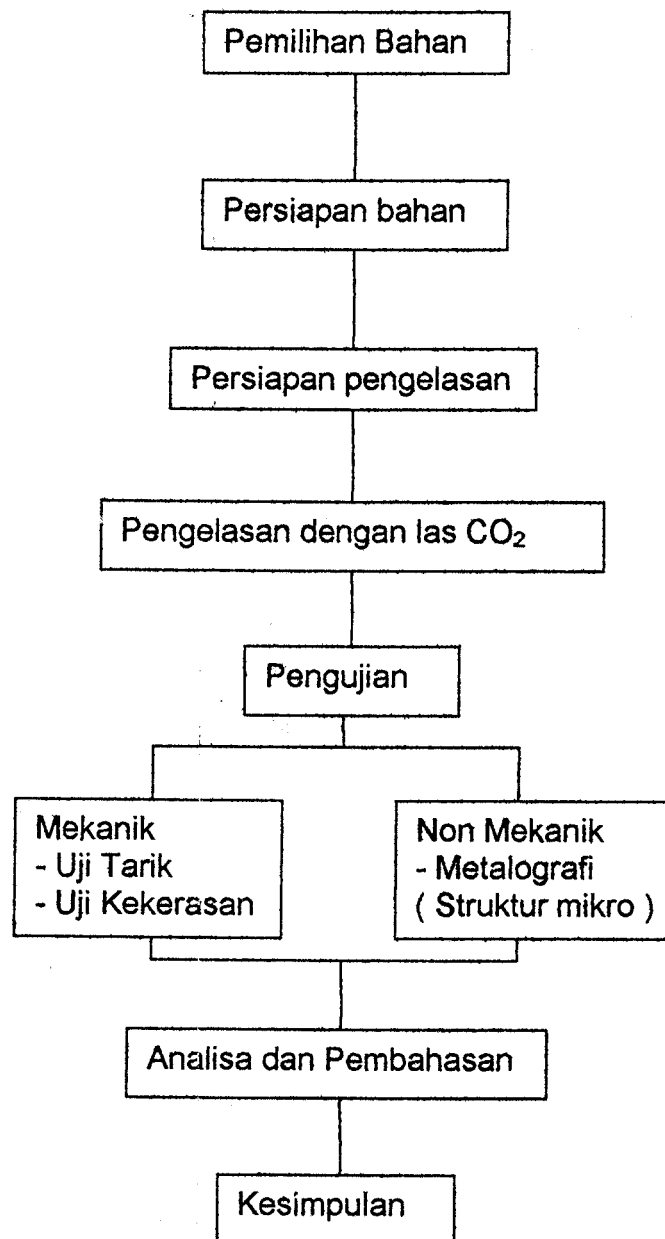
V = Kecepatan pengelasan (mm / detik)

BAB 3

PROSEDUR PENELITIAN

3.1. Metodologi Penelitian

Dalam penyusunan Tugas Akhir, langkah-langkah yang akan dilakukan dalam penelitian adalah sebagai berikut:



3.2. Pemilihan Bahan

Bahan yang dipilih dalam pelaksanaan Tugas Akhir ini menggunakan baja karbon rendah dengan dua macam ketebalan yang spesifikasinya adalah sebagai berikut:

A. Jenis SS 400 (JIS G 3101)

Komposisi Kimia

C	:	0,168 %
Si	:	0,038 %
Mn	:	1,007 %
P	:	0,015 %
S	:	0,013 %
Al	:	0,036 %
Tebal	:	8 mm

Data mekanis

Tensile strength	:	488 N/mm ²
Yield strength	:	359 N/mm ²
Elongation	:	26%

B. Jenis SS 400 (JIS G 3101)

Komposisi Kimia

C	:	0,168 %
Si	:	0,016 %
Mn	:	0,880 %
P	:	0,010 %
S	:	0,008 %
Al	:	0,030 %
Tebal	:	6 mm.

Data Mekanis

Tensile strength	:	434 N/mm ²
Yield strength	:	298 N/mm ²
Elongation	:	26 %

3.3. Persiapan Bahan

Sebelum dilakukan pengelasan bahan yang telah dipilih dipotong dengan dimensi :

Panjang 250 mm

Lebar 125 mm

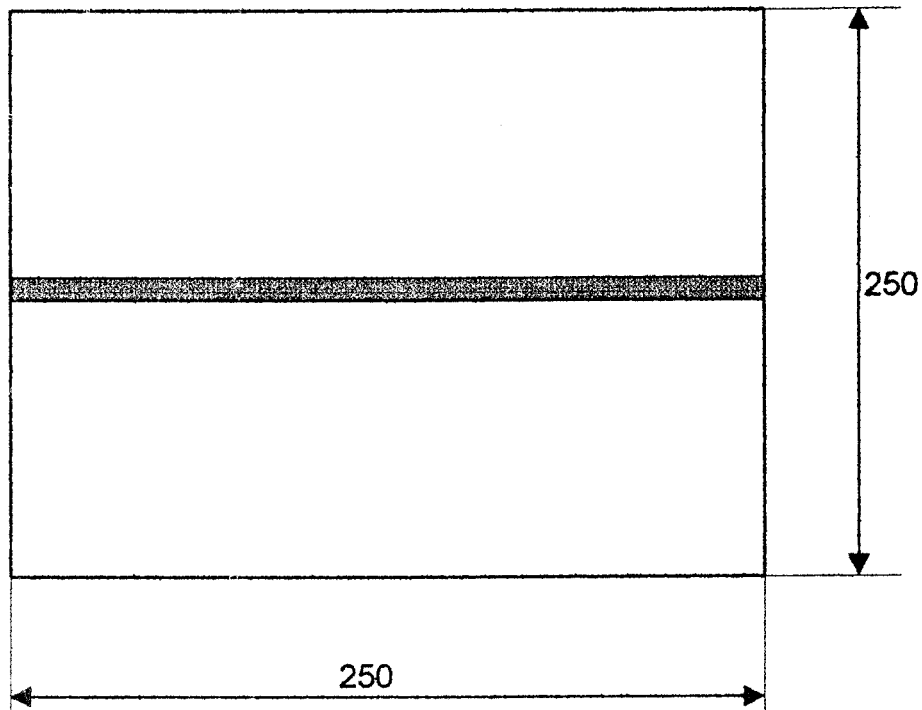
Tebal 6

Yang nantinya akan disambung dengan bahan yang berdimensi :

Panjang 250 mm

Lebar 125 mm

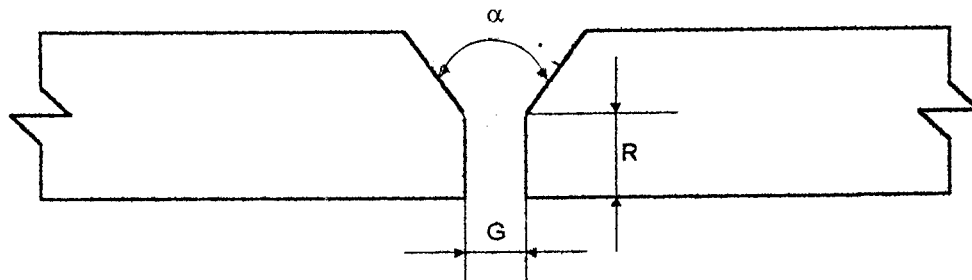
Tebal 8 mm



Gambar. 3.1. Material yang dilas

Dilakukan juga pengelasan yang menyambung pelat tebal 6 mm dengan 6 mm dan pelat tebal 8 mm dengan 8 mm, sebagai data pendukung.

Bentuk groove yang dipakai dalam pengelasan adalah bentuk V.



Keterangan

$$\alpha = 60^{\circ}$$

$$R = 3 \text{ mm}$$

$$G = 2 \text{ mm}$$

Gambar. 3. 2. Bentuk groove V

Pengelasan dilakukan dengan menggunakan las CO_2 . Arus yang digunakan dalam pengelasan adalah 140 A, 150 A, dan 160 A. Sedangkan parameter lain dibuat konstan yaitu:

Wire feed speed	290 ipm
Voltage	22 V
Flow rate	15 lt/menit
Kecepatan pengelasan	5 ipm
Gas pelindung	CO_2
Type metal transfer	short circuit
Elektroda yang digunakan	MG 51 T
	AWS A.5.18 ER 70S-6
	diameter 0,9 mm

3.4. Tempat Pelaksanaan

Pelaksanaan pengelasan Las CO₂ dilaksanakan di Balai Latihan Kerja (BLK)Menanggal Surabaya .

3.5. Mesin Las

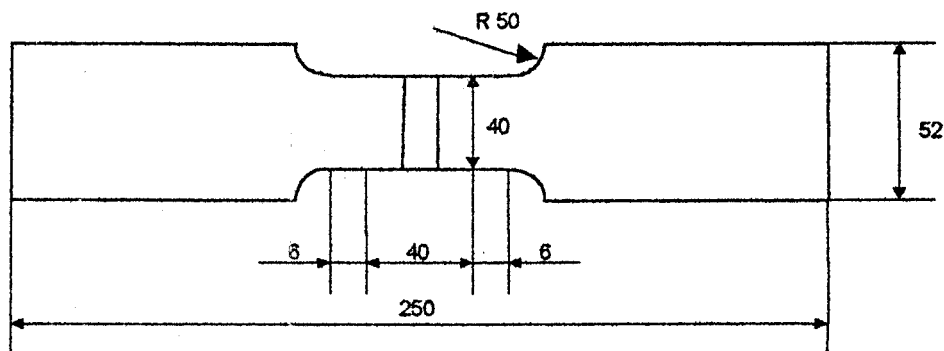
Data mengenai mesin las yang digunakan dalam penelitian ini adalah:

- Merk : Power Compact 200
- Frekwensi : 50-60 Hz
- Arus : DCRP
- Berat : 73 kg.

3.6. Pengujian Tarik

Tujuan dari pengujian tarik adalah untuk mengetahui kekuatan tarik, yield strength dan elongation dari logam karena pengaruh panas yang diterima selama proses pengelasan berlangsung.

Kekutan tarik merupakan sifat mekanik logam yang sangat penting, terutama untuk perencanaan konstruksi maupun pengerjaan logam. Pada pengujian tarik spesimen dikenai beban yang semakin besar secara kontinu. Sehingga dari hasil uji tarik ini akan diketahui kekuatan mulur, kekuatan tarik maximum, perpanjangan, elongation. Bentuk penampang spesimen uji tarik untuk material sambungan las menurut standart JIS Z 3121, test piece dibentuk dengan ukuran seperti gambar dibawah ini dan sambungan las tepat berada ditengah-tengah spesimen.

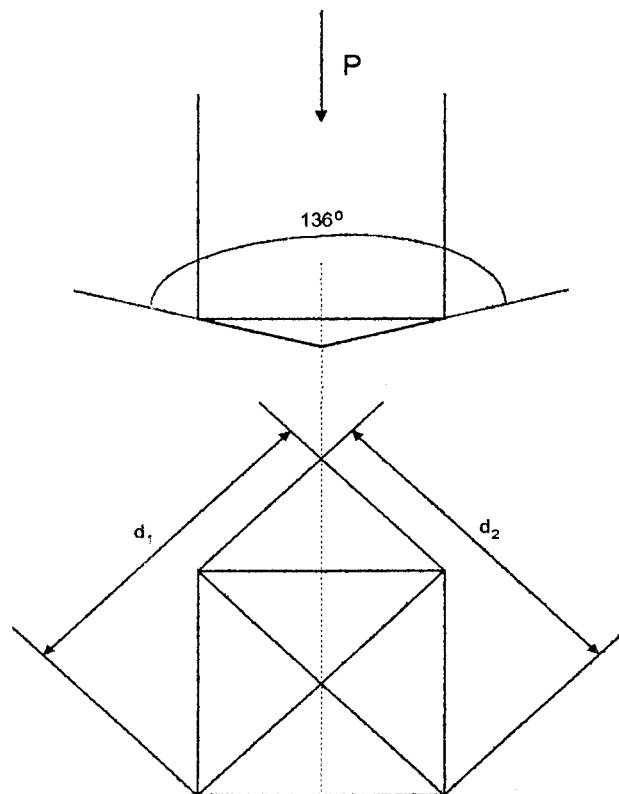


Gambar. 3.3. Spesimen uji tarik

3.7. Pengujian Kekerasan

Pengujian kekerasan yang digunakan dalam penyusunan Tugas Akhir ini menggunakan uji kekerasan Vickers. Pada pengujian ini digunakan indenter intan yang berbentuk piramid beratas bujur sangkar dan sudut puncak antara dua sisi yang berhadapan 136° . Indenter ini ditusukkan ke permukaan logam yang diuji dengan gaya tekan tertentu selama waktu tertentu pula. Tapak tekannya tentu berbentuk bujursangkar dan yang diukur panjang kedua diagonalnya lalu diambil rata-ratanya.

Pengujian kekerasan dilakukan di Laboratorium Metalurgi ITS



Keterangan :

H_v = angka kekerasan Vickers (Kg/mm^2)

P = beban yang digunakan (20 Kg)

d = diagonal rata-rata indentasi

Gambar. 3.4. Pengujian kekerasan Vickers

3.8. Photo Mikro

Sebelum material hasil pengelasan difoto mikro, terlebih dahulu diperlakukan hal-hal sebagai berikut:

1. Material dipotong melintang supaya dapat difoto bagian yang meliputi weld metal, HAZ dan logam induk.
2. Setelah itu dilakukan penggosokan menggunakan amplas dengan grid 120, 180, 240, 320, 400, 600, 800, 1000, 1200, 1500.
3. Pemolesan dengan menggunakan kain buludru + serbuk alumina grid 0,1 mm.
4. Pencucian menggunakan alkohol.
5. Pengetsan menggunakan nital 2 % dengan waktu 3 detik.
6. Foto mikro dengan pembesaran 100X.

BAB 4

HASIL PENGUJIAN

Dari pelaksanaan penelitian seperti yang terurai pada bab sebelumnya, maka diperoleh hasil penelitian yang terdiri atas hasil pengujian kekerasan, hasil pengujian tarik, dan hasil dari pengamatan struktur mikro.

4.1. Hasil Pengujian Tarik

Berdasarkan hasil pengujian tarik, maka didapatkan suatu data yaitu data beban lumer, beban maksimum dan perpanjangannya. Yang kemudian dihitung besarnya yield streng, tensile strength dan elongation berdasarkan rumus :

$$\sigma_u = P_u / A_o$$

dimana : σ_u = Tensile strength
 P_u = Beban maksimum
 A_o = Luas penampang beban uji mula-mula

$$\sigma_y = P_y / A_o$$

dimana : σ_y = Yield strength
 P_y = Beban lumer
 A_o = Luas penampang beban uji mula-mula

$$\epsilon = \Delta L / L_o = (L - L_o) / L_o$$

dimana : L_o = panjang mula-mula
 L = panjang setelah menerima beban.

A. Komposisi sambungan 6 mm - 6 mm

	140 A	150 A	160 A
Beban max (KN)	99,4	104,7	90
Beban lumer (KN)	73,2	78,7	67,9
Tensile Strength (kg/mm ²)	41,3	43,1	37,8
Yield Strength (kg/mm ²)	30,4	32,3	28,5
Elongation (E %)	15	14,1	12,5

Tabel 4.1. Nilai rata-rata hasil pengujian tarik sambungan 6 mm - 6 mm

B. Komposisi sambungan 8 mm - 8 mm

	140 A	150 A	160 A
Beban max (KN)	140,3	141,33	104,7
Beban lumer (KN)	100,3	94,7	95,5
Tensile Strength (kg/mm ²)	46,03	46,16	34,3
Yield Strength (kg/mm ²)	32,9	30,8	31,1
Elongation (E %)	22,5	20,8	11,7

Tabel 4.2. Nilai rata-rata hasil pengujian tarik sambungan 8 mm - 8 mm

C. Komposisi sambungan 6 mm - 8 mm

	140 A	150 A	160 A
Beban max (KN)	102,7	100,3	104,1
Beban lumer (KN)	74,8	75,4	80,6
Tensile Strength (kg/mm ²)	41,4	41,5	43,36
Yield Strength (kg/mm ²)	30,6	31,5	33,6
Elongation (E %)	10,7	10	9,2

Tabel 4.3. Nilai rata-rata hasil pengujian tarik sambungan 6 mm - 8 mm

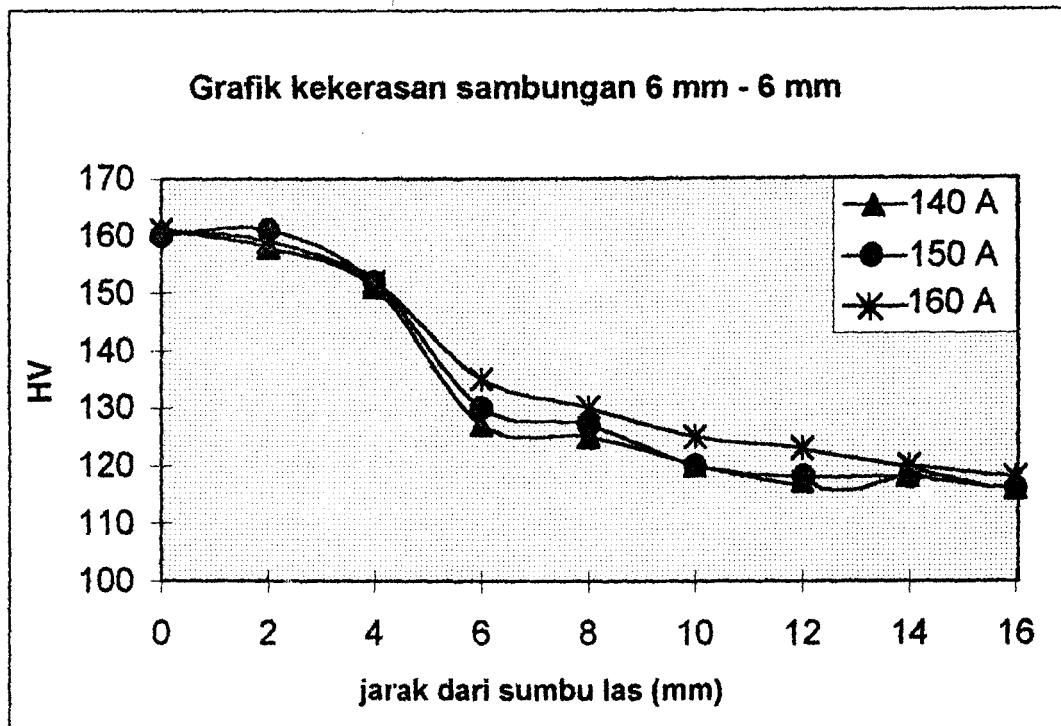
4.2. Hasil Pengujian Kekerasan

Dari hasil pengujian kekerasan pada spesimen uji, maka didapatkan data -data nilai kekerasan seperti terlihat dalam tabel dibawah ini.

A. Komposisi sambungan 6 mm - 6 mm

Jarak dari sumbu las (mm)	Kekerasan (HV)		
	140 A	150 A	160 A
0	161	160	161
2	158	161	159
4	151	152	152
6	127	130	135
8	125	127	130
10	120	120	125
12	116	118	123
14	117	118	120
16	116	116	117

Tabel 4.4. Hasil uji kekerasan komposisi sambungan 6 mm - 6 mm

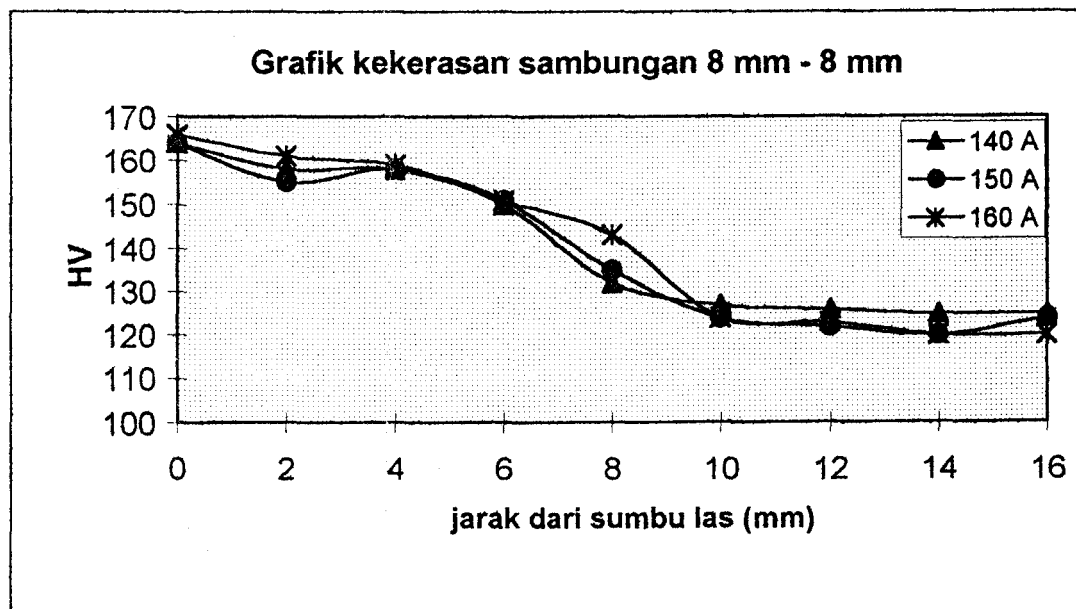


Gambar 4.2. Grafik Uji Kekerasan Sambungan 6mm - 6 mm

B. Komposisi sambungan 8 mm - 8 mm

Jarak dari sumbu las (mm)	Nilai Kekerasan (HV)		
	140 A	150 A	160 A
0	164	161	166
2	158	155	161
4	158	158	159
6	150	151	151
8	132	135	143
10	127	124	124
12	126	122	123
14	125	120	120
16	125	124	120

Tabel 4. 3. Hasil uji kekerasan komposisi sambungan 8mm - 8mm



Gambar 4.3. Grafik uji kekerasan sambungan 8 mm - 8 mm

B. Komposisi sambungan 6 mm - 8 mm

Tebal 6 mm

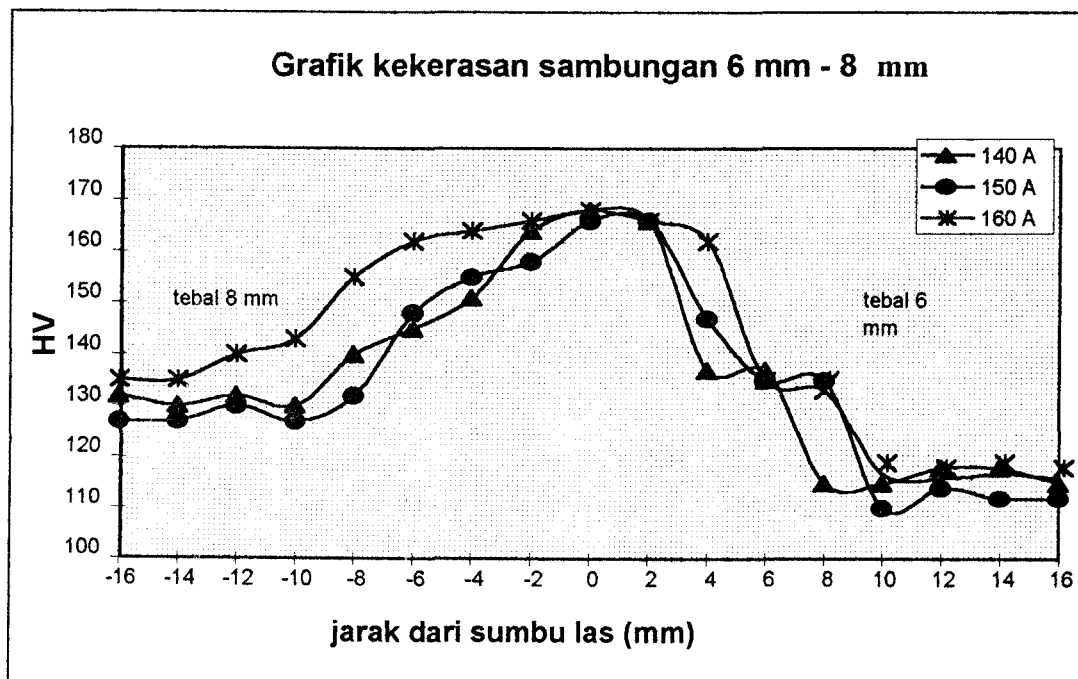
Jarak dari sumbu las (mm)	Nilai Kekerasan (HV)		
	140 A	150 A	160 A
0	166	166	168
2	166	166	166
4	137	147	162
6	137	135	135
8	115	135	133
10	115	110	117
12	118	114	116
14	118	112	117
16	115	112	116

Tabel 4. 4. Hasil uji kekerasan komposisi sambungan 6mm - 8mm

Tebal 8 mm

Jarak dari sumbu las (mm)	Nilai Kekerasan (HV)		
	140 A	150 A	160 A
0	166	166	168
2	158	158	166
4	151	155	164
6	145	148	162
8	132	132	155
10	130	127	143
12	132	130	140
14	130	127	132
16	130	127	132

Tabel 4. 5. Hasil uji kekerasan komposisi sambungan 6mm - 8mm



Gambar 4.4. Grafik hasil uji kekerasan sambungan 6 mm - 8 mm

4.3. Hasil Photo Mikro

Hasil dari photo mikro dapat dilihat pada Lampiran.

BAB 5

ANALISA DAN PEMBAHASAN

5.1. Analisa Dan Pembahasan Pengujian Tarik

Dari pengujian tarik didapatkan data seperti yang terlampir pada tabel dalam bab 4, dimana kekuatan tarik rata-rata dari masing-masing pengujian adalah dituliskan dibawah ini.

A. Sambungan 6 mm - 6 mm

Arus (A)	Kekuatan tarik kg/mm ²
140	41,3
150	43,1
160	37,8

Tabel 5.1. kekuatan tarik sambungan 6 mm - 6 mm

Dari data uji tarik terlihat bahwa pada penggunaan arus 150 A mempunyai kekuatan tarik yang paling tinggi. Semakin tinggi arus yang digunakan (dalam hal ini 140 A, 150 A dan 160 A) maka panas yang dihasilkan (heat input) juga semakin tinggi. Dengan bertambahnya masukan panas maka kekuatan tariknya semakin meningkat. Tetapi pada penggunaan arus 160 A kekuatan tariknya justru menurun. Hal ini disebabkan karena dengan arus pengelasan yang terlalu tinggi menyebabkan heat input yang diterima logam induk juga semakin besar, sehingga menyebabkan butiran yang terjadi didaerah HAZ besar. Karena pertumbuhan butir dan proses pendinginan yang cepat menyebabkan timbulnya tegangan yang besar dibatas butimya. Sehingga dengan adanya tegangan ini menyebabkan lebih peka terhadap timbulnya retak. Karena tegangan yang besar inilah sehingga dengan bekerjanya tegangan dari luar, benda kerja sudah mengalami tegangan yang melampaui yield atau batas patahnya.

B. Sambungan 8 mm - 8 mm

Arus (A)	Kekuatan tarik kg/mm ²
140	46,03
150	46,16
160	34,3

Tabel 5.2. Kekuatan tarik sambungan 8 mm - 8mm

Data uji tarik menunjukkan bahwa pada penggunaan arus 150 A mempunyai kekuatan tarik yang paling tinggi. Dengan bertambahnya arus yang digunakan (dalam hal ini 140 A, 150 A dan 160 A), heat input juga semakin tinggi. Sehingga bertambahnya masukan panas menyebabkan kekuatan tariknya semakin meningkat. Tetapi pada penggunaan arus 160 A kekuatan tariknya justru rendah. Hal ini disebabkan karena dengan arus pengelasan yang terlalu tinggi menyebabkan heat input yang diterima logam induk juga semakin besar, sehingga menyebabkan butiran yang terjadi di daerah HAZ besar. Karena pertumbuhan butir dan proses pendinginan yang cepat menyebabkan timbulnya tegangan yang besar dibatas butirnya. Sehingga dengan adanya tegangan ini menyebabkan lebih peka terhadap timbulnya retak. Karena tegangan yang besar inilah sehingga dengan bekerjanya tegangan dari luar benda kerja sudah mengalami tegangan yang melampaui yield atau batas patahnya.

C. Sambungan 6 mm - 8 mm

Arus (A)	Kekuatan tarik kg/mm ²
140	41,4
150	41,5
160	43,36

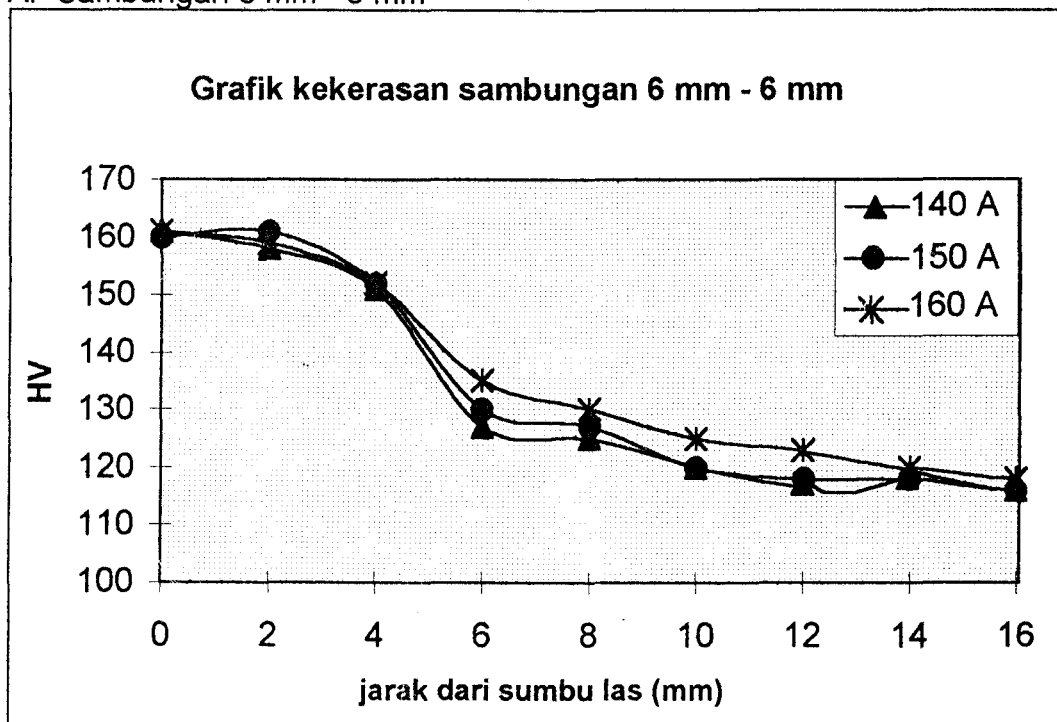
Tabel 5.3. Kekuatan tarik sambungan 6 mm - 8 mm

Dari hasil uji tarik diketahui bahwa patahan terjadi pada daerah HAZ logam dengan ketebalan 6 mm. Hal ini disebabkan karena luas penampang spesimen ketebalan 6 mm lebih kecil dibandingkan luas penampang spesimen ketebalan 8 mm, Sehingga berdasarkan rumusan tegangan, maka jika diuji tarik menyebabkan tegangan yang terjadi pada spesimen ketebalan 6 mm lebih besar.

Berdasarkan hasil uji tarik diatas terlihat bahwa dengan meningkatnya arus (dalam hal ini 140 A, 150 A dan 160 A), kekuatan tariknya cenderung meningkat. Hal ini disebabkan karena dengan masukan panas yang semakin tinggi (yaitu dengan memperbesar arus yang digunakan) menyebabkan pertumbuhan butir didaerah HAZ juga semakin besar. Sehingga dengan pendinginan yang cepat menyebabkan kekerasannya juga semakin meningkat. Kekuatan tarik baja umumnya proporsional dengan kekerasannya. Sehingga dengan kekerasan yang lebih tinggi didapatkan kekuatan tarik yang lebih tinggi.

5.2 Analisa dan Pembahasan Pengujian Kekerasan

A. Sambungan 6 mm - 6 mm



Gambar 5. 1 Grafik kekerasan sambungan 6 mm -6 mm

Dari hasil pengujian kekerasan terlihat bahwa daerah HAZ (jarak \pm 4 mm sampai \pm 10 mm dari sumbu las), merupakan daerah logam dasar yang mempunyai kekerasan yang lebih tinggi. Nilai kekerasan itu cenderung menurun jika semakin menjauhi sumbu las. Hal ini disebabkan karena daerah HAZ yang dekat dengan weld metal merupakan daerah yang menerima panas paling tinggi dan semakin menjauhi weld metal peak temperaturnya semakin rendah. Dengan memperhatikan siklus thermal las semakin mendekati logam las laju pendinginannya juga semakin cepat. Berdasarkan diagram CCT, jika laju pendinginan semakin cepat, kekerasannya juga semakin tinggi.

☆ Arus 140 A

Hasil uji kekerasan menunjukkan didaerah HAZ, semakin menjauhi logam las, kekerasannya menurun. Kekerasan daerah HAZ untuk penggunaan arus 140 A mempunyai nilai kekerasan yang paling rendah. Hal ini terjadi karena dengan penggunaan arus 140 A masukan panas yang dihasilkan juga lebih kecil, sehingga peak temperatur yang dicapai juga lebih rendah, sehingga laju pendinginannya juga lebih kecil. Hal ini menyebabkan kekerasan yang dicapai juga lebih rendah.

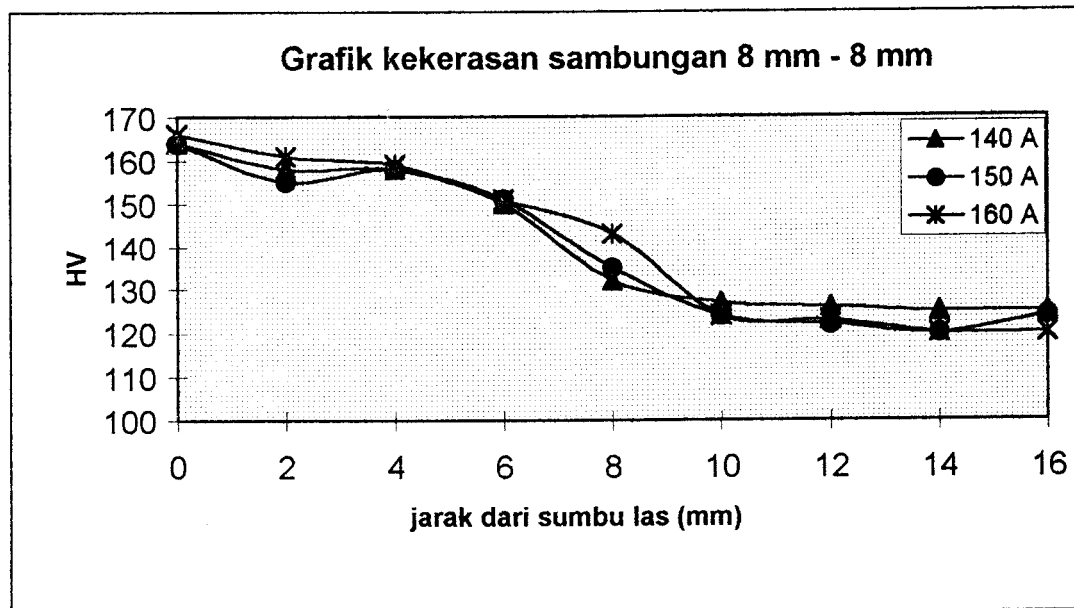
☆ Arus 150 A

Kekerasan didaerah HAZ pada penggunaan arus 150 A mempunyai nilai kekerasan yang lebih tinggi. Karena dengan semakin besarnya arus yang digunakan maka heat input yang dihasilkan juga bertambah besar. Sehingga peak temperatur yang dicapai juga lebih tinggi.

☆ Arus 160 A

Hasil kekerasan pada daerah HAZ untuk penggunaan arus 160 A nilai kekerasannya paling tinggi. Karena dengan penggunaan arus 160 A, dapat dicapai peak temperatur yang lebih tinggi.

B. Sambungan 8 mm - 8 mm



Gambar 5.2. Grafik kekerasan sambungan 8 mm - 8 mm

☆ Arus 140 A

Dari hasil uji kekerasan terlihat bahwa didaerah HAZ, semakin menjauhi logam las, kekerasannya menurun. Kekerasan daerah HAZ untuk penggunaan arus 140 A mempunyai nilai kekerasan yang rendah. Hal ini terjadi karena dengan penggunaan arus 140 A masukan panas yang dihasilkan juga lebih kecil, sehingga peak temperatur yang dicapai juga lebih rendah yang menyebabkan laju pendinginannya juga lebih kecil. Hal ini menyebabkan kekerasan yang dicapai juga lebih rendah.

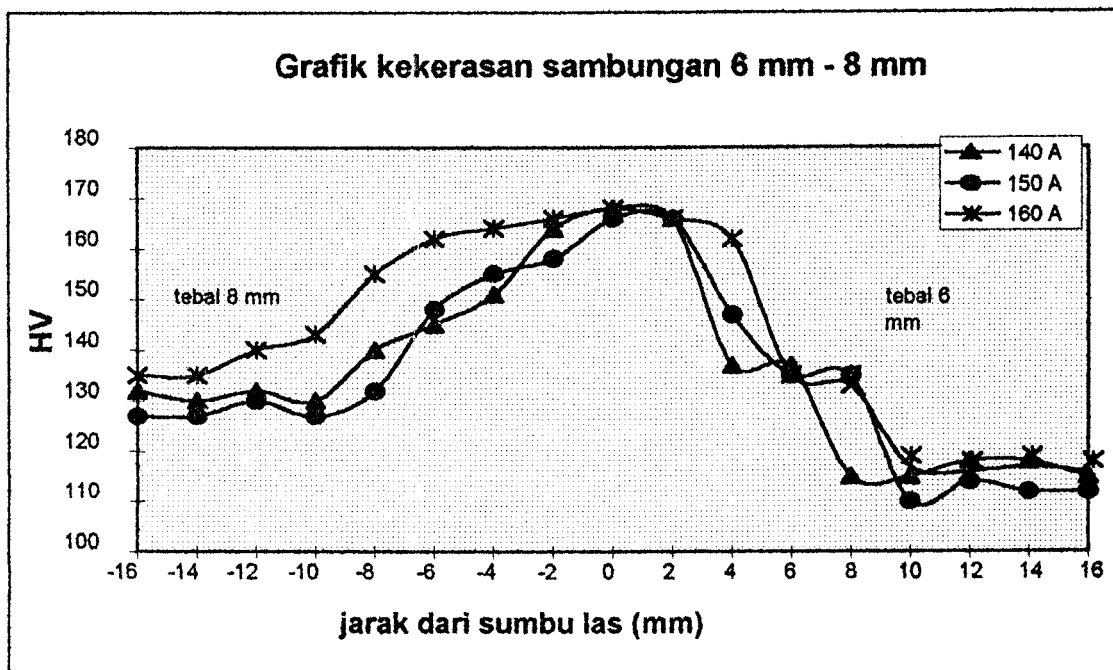
☆ Arus 150 A

Kekerasan didaerah HAZ pada penggunaan arus 150 A mempunyai nilai kekerasan yang lebih tinggi. Karena dengan semakin besarnya arus yang digunakan maka heat input yang dihasilkan juga bertambah besar. Sehingga peak temperatur yang dicapai juga lebih tinggi.

☆ Arus 160 A

Hasil kekerasan pada daerah HAZ untuk penggunaan arus 160 A nilai kekerasannya paling tinggi. Karena dengan penggunaan arus 160 A, dapat dicapai peak temperatur yang lebih tinggi.

C. Sambungan 6 mm - 8 mm



Gambar 5.3. Grafik kekerasan sambungan 6 mm - 8 mm

☆ Arus 140 A

Hasil uji kekerasan menunjukkan di daerah HAZ, semakin menjauhi logam las, kekerasannya menurun. Kekerasan daerah HAZ untuk penggunaan arus 140 A mempunyai nilai kekerasan yang paling rendah. Hal ini terjadi karena dengan penggunaan arus 140 A masukan panas yang dihasilkan juga lebih kecil, sehingga peak temperatur yang dicapai juga lebih rendah, sehingga laju pendinginannya juga lebih kecil. Hal ini menyebabkan kekerasan yang dicapai juga lebih rendah.

☆ Arus 150 A

Kekerasan di daerah HAZ pada penggunaan arus 150 A mempunyai nilai kekerasan yang lebih tinggi. Karena dengan semakin besarnya arus yang digunakan maka heat input yang dihasilkan juga bertambah besar. Sehingga peak temperatur yang dicapai lebih tinggi.

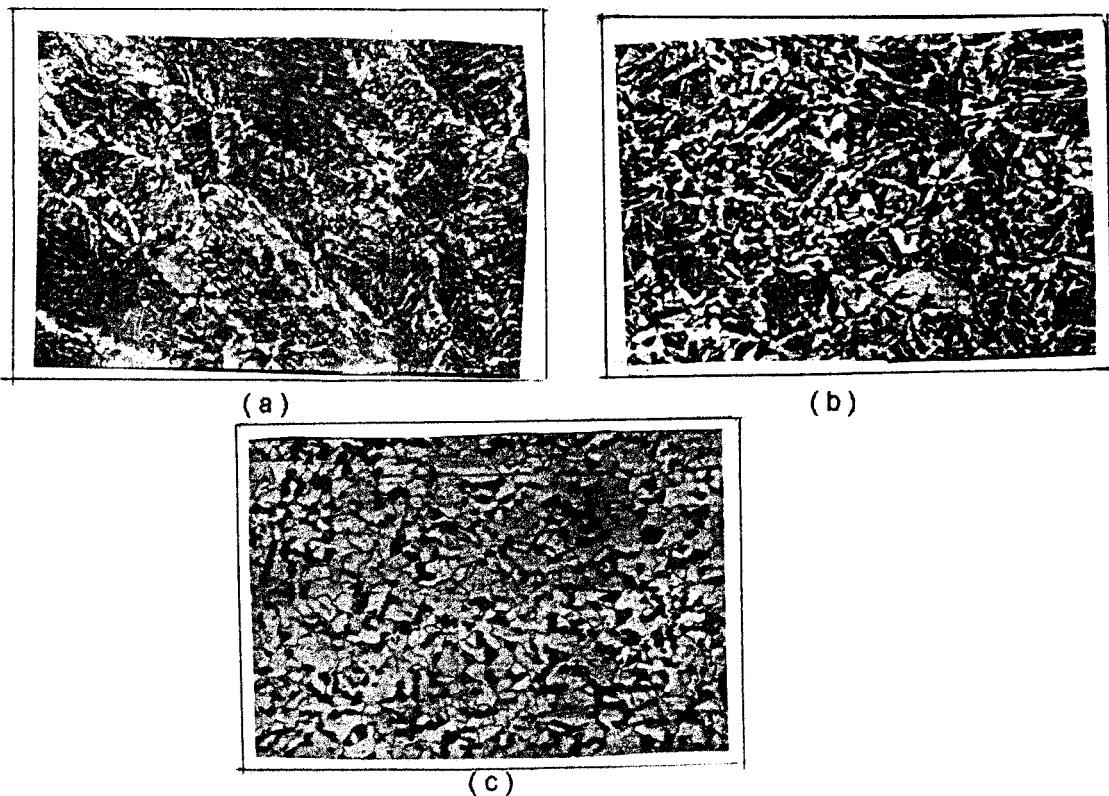
☆ Arus 160 A

Hasil kekerasan pada daerah HAZ untuk penggunaan arus 160 A nilai kekerasannya paling tinggi. Karena dengan penggunaan arus 160 A, dapat dicapai peak temperatur yang lebih tinggi.

Pada sambungan ketebalan 8 mm kekerasannya lebih tinggi, karena penyerapan panasnya lebih banyak.

5.3. Analisa Dan Pembahasan Photo Mikro

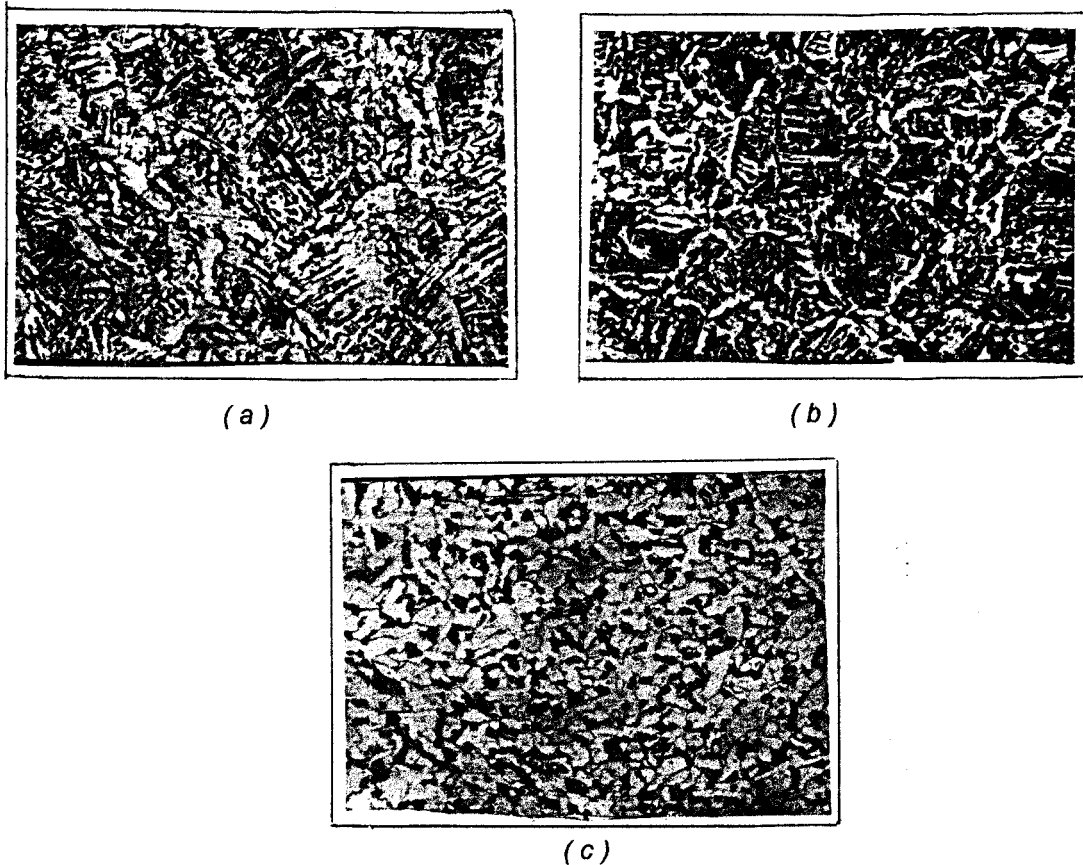
A. Sambungan Komposisi 6 mm - 6 mm



Gambar 5.4. Struktur mikro sambungan 6 mm - 6 mm arus 140 A, a) logam las, b) HAZ, c) logam induk

☆ Arus 140 A

- Logam las mempunyai butiran berbentuk kolumnar.
- Daerah HAZ mempunyai butiran yang besar dan semakin kecil jika menjauhi logam las. Besar butir ini dipengaruhi oleh tinggi peak temperatur yang dicapai.
- Logam induk mempunyai butiran yang lebih homogen dan berbentuk memanjang, karena dari hasil pengerolan.

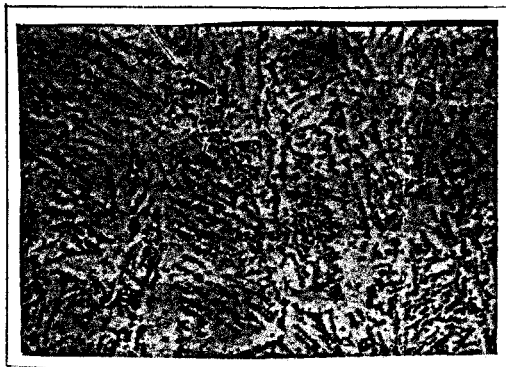


Gambar 5.5. Struktur mikro sambungan 6 mm - 6 mm arus 150 A, a) logam las, b) HAZ, c) logam induk

☆ Arus 150 A

- Logam las mempunyai struktur yang berbentuk kolumnar (kolom)

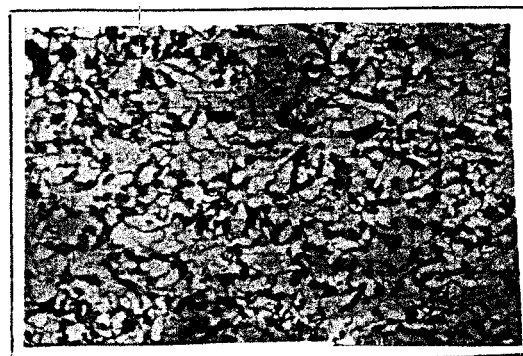
- Daerah HAZ terdiri dari perlit dan ferit dengan butiran yang besar semakin kecil jika semakin jauh dari sumbu las.
- Logam induk mempunyai bentuk butiran yang lebih homogen



(a)



(b)



(c)

Gambar 5.6. Struktur mikro sambungan 6 mm - 6 mm 160 A, a) logam las b) HAZ, c) logam induk.

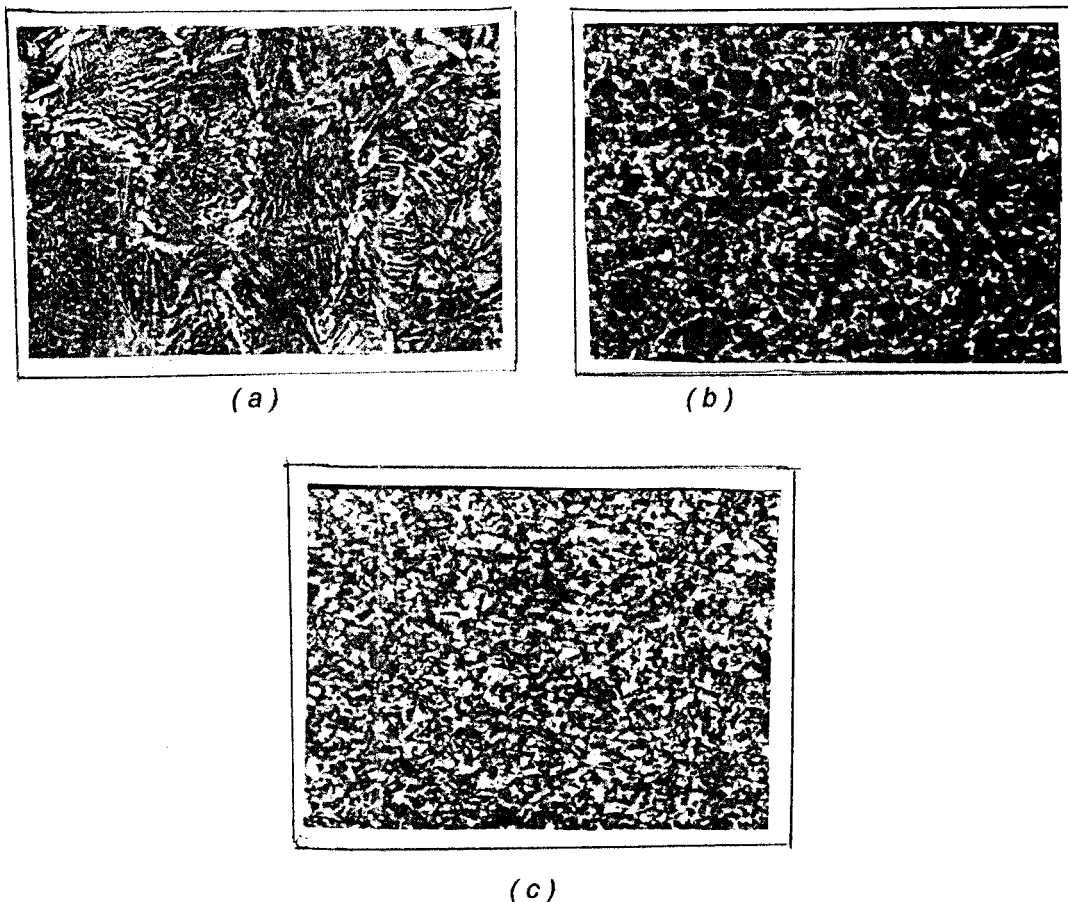
☆ Arus 160 A

- Logam las mempunyai struktur yang berbentuk kolumnar (kolom)
- Daerah HAZ terdiri dari perlit dan ferit dengan butiran yang besar semakin kecil jika semakin jauh dari sumbu las.

- Logam induk mempunyai bentuk butiran yang lebih homogen

Dari hasil photo mikro terlihat bahwa pada daerah HAZ , mempunyai struktur dengan butiran yang besar pada daerah batas las dan semakin kecil jika menjauhi sumbu las. Hal ini dipengaruhi oleh pencapaian peak temperatur dari daerah HAZ yang semakin menjauhi sumbu las peak temperaturnya semakin kecil.

B. Sambungan Komposisi 8 mm - 8 mm



Gambar 5.7 Struktur mikro sambungan 8 mm - 8 mm 140 A, a) logam las, b) HAZ, c) logam induk.

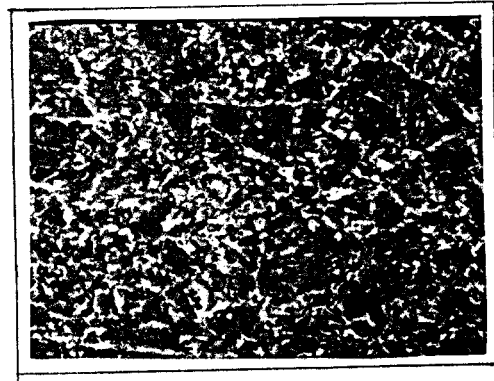
☆ Arus 140 A

- Logam las mempunyai butiran berbentuk kolumnar.

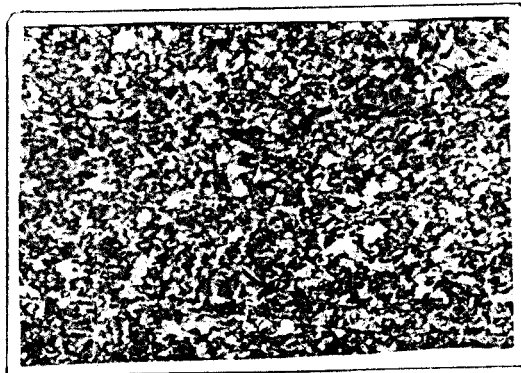
- Daerah HAZ mempunyai butiran yang besar dan semakin kecil jika menjauhi logam las.
- Logam induk mempunyai butiran yang homogen.



(a)



(b)

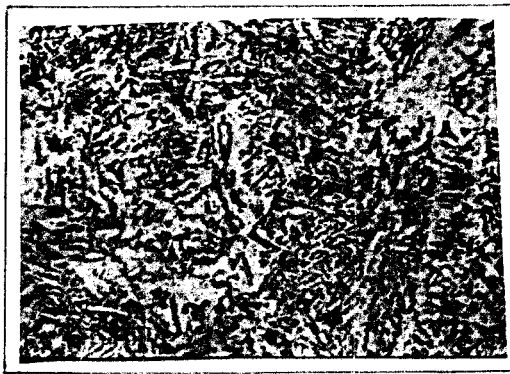


(c)

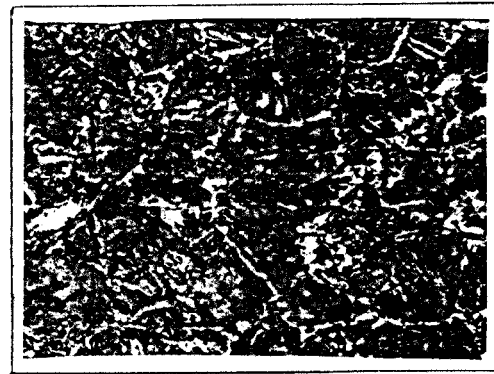
Gambar 5.8. Struktur mikro sambungan 8 mm - 8 mm 150 A, a) logam las, b) HAZ, c) logam induk.

☆ Arus 150 A

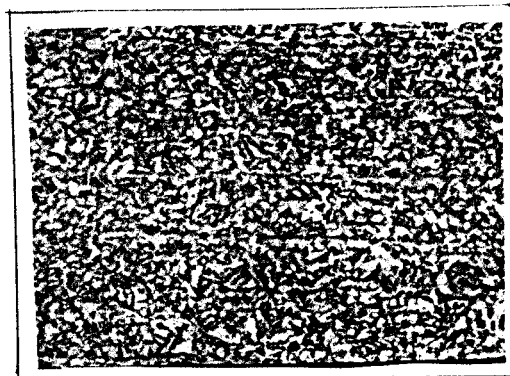
- Logam las mempunyai struktur yang berbentuk kolumnar (kolom)
- Daerah HAZ terdiri dari perlit dan ferit dengan butiran yang besar semakin kecil jika semakin jauh dari sumbu las.
- Logam induk mempunyai bentuk butiran yang lebih homogen



(a)



(b)



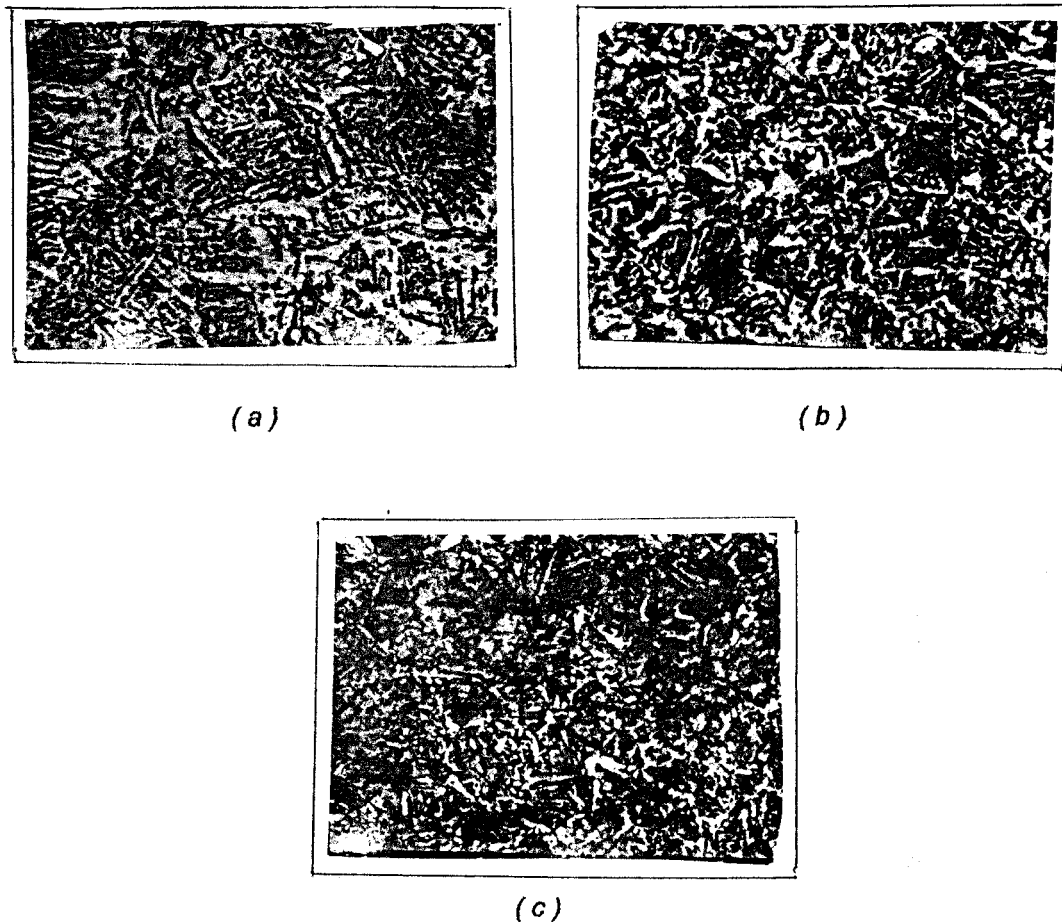
(c)

Gambar 5.9. Struktur mikro sambungan 8 mm - 8 mm 160 A, a) logam las, b) HAZ, c) logam induk.

☆ Arus 160 A

- Logam las mempunyai struktur yang berbentuk kolumnar (kolom)
- Daerah HAZ terdiri dari perlit dan ferit dengan butiran yang besar semakin kecil jika semakin jauh dari sumbu las.
- Logam induk mempunyai bentuk butiran yang lebih homogen

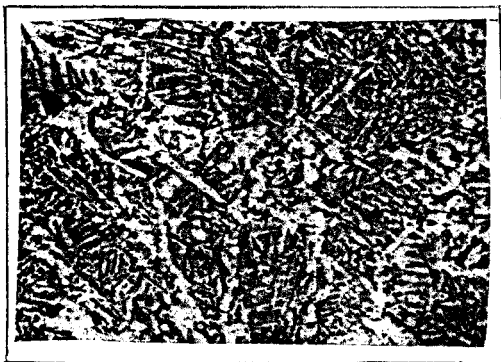
C. Sambungan Komposisi 6 mm - 8 mm



Gambar 5.10. Struktur mikro sambungan 6 mm - 8 mm 140 A, a) logam las, b) HAZ logam 6 mm, c) HAZ logam 8 mm.

☆ Arus 140 A

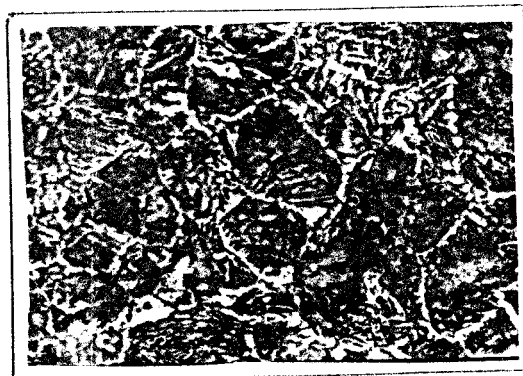
- Logam las mempunyai butiran berbentuk kolumnar.
- Daerah HAZ logam 6 mm mempunyai butiran yang besar dan semakin kecil jika menjauhi logam las.
- Daerah HAZ logam 8 mm mempunyai butiran yang lebih besar dan semakin kecil jika menjauhi logam las.
- Logam induk mempunyai butiran yang homogen.



(a)



(b)

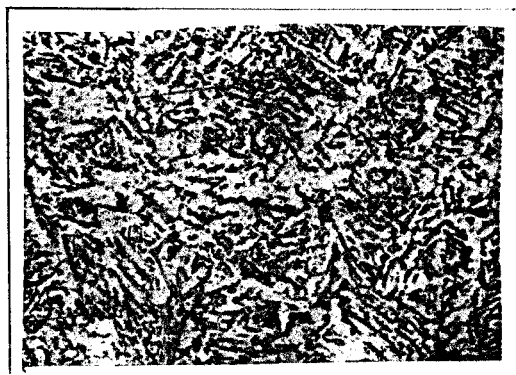


(c)

Gambar 5.11. Struktur mikro sambungan 6 mm - 8 mm 150 A, a) logam las, b) HAZ logam 6 mm, c) HAZ logam 8 mm.

☆ Arus 150 A

- Logam las mempunyai struktur yang berbentuk kolumnar (kolom)
- Daerah HAZ logam ketebalan 6 mm terdiri dari perlit dan ferit dengan butiran yang besar dan semakin kecil jika semakin jauh dari sumbu las.
- Tetapi pada daerah HAZ logam dengan ketebalan 8 mm mempunyai butiran yang lebih besar dan semakin kecil jika semakin jauh dari sumbu las.
- Logam induk mempunyai bentuk butiran yang lebih homogen



(a)



(b)



(c)

Gambar 5.12. Struktur mikro sambungan 6 mm - 8 mm 160 A, a) logam las, b) HAZ logam 6 mm, c) HAZ logam 8 mm.

☆ Arus 160 A

- Logam las mempunyai struktur yang berbentuk kolumnar (kolom)
- Daerah HAZ logam ketebalan 6 mm terdiri dari pearlit dan ferrite dengan butiran yang besar dan semakin kecil jika semakin jauh dari sumbu las.
- Sedangkan pada daerah HAZ logam dengan ketebalan 8 mm mempunyai butiran yang lebih besar dan lebih kecil jika menjauhi sumbu las.
- Logam induk mempunyai bentuk butiran yang lebih homogen

Dengan memperhatikan photo mikro maka terlihat bahwa dengan arus yang semakin meningkat (dari 140 A, 150 A dan 160 A) ternyata bahwa didaerah HAZ butirannya lebih besar. Hal ini terjadi karena dengan arus yang lebih tinggi dihasilkan masukan panas yang juga lebih tinggi sehingga peak temperatur daerah HAZ juga semakin tinggi.

BAB 6

KESIMPULAN

Setelah dilakukan tahapan pada bab sebelumnya, maka didapatkan suatu kesimpulan seperti dibawah ini:

A. Untuk sambungan komposisi 6 mm - 6 mm

- Kekerasan : Nilai kekerasan tertinggi pada daerah HAZ, pada penggunaan arus 160 A.
- Uji tarik : Kekuatan tarik tertinggi pada penggunaan arus 150 A, yaitu 43,1 kg/mm².
- Photo mikro : Daerah HAZ pada penggunaan arus 160 A mempunyai struktur paling kasar.

B. Untuk sambungan komposisi 8 mm - 8 mm

- Kekerasan : Daerah HAZ dapat dicapai kekerasan paling tinggi pada penggunaan arus 160 A.
- Uji tarik : Kekuatan tarik tertinggi pada penggunaan arus 150 A, yaitu 46,16 kg/mm².
- Photo mikro : Struktur paling kasar pada daerah HAZ, yaitu pada penggunaan arus 160 A.

C. Untuk sambungan komposisi 6 mm - 8 mm

- Kekerasan : Nilai kekerasan tertinggi pada daerah HAZ, yaitu pada penggunaan arus 160 A.
- Uji tarik : Kekuatan tarik tertinggi pada penggunaan arus 160 A, yaitu 43,36 kg/mm².
- Photo mikro : Daerah HAZ pada penggunaan arus 160 A mempunyai struktur paling kasar.

Berdasarkan Lampiran G, dengan masukan panas yang semakin besar kekuatan tariknya semakin menurun. Sedangkan dari hasil pengujian tarik yang dilakukan diperoleh hasil, untuk sambungan 6 mm – 6 mm dan 8 mm – 8 mm pada penggunaan arus 140 A, 150 A dan 160 A, kekuatan tariknya naik ,kemudian turun. Sehingga pada penggunaan arus 150 A, seharusnya kekuatan tariknya lebih rendah dari pada penggunaan arus 140 A.

Pada sambungan kombinasi 6 mm – 8 mm dengan penggunaan arus yang semakin besar (masukan panas semakin besar), hasil pengujian menunjukkan kekuatan tariknya semakin meningkat., yang seharusnya semakin menurun. Hal ini disebabkan karena dengan penggunaan arus yang semakin besar , torch semakin diarahkan pada pelat 8 mm sehingga masukan panas pada pelat 6 mm semakin kecil, yang menyebabkan kekuatan tariknya semakin meningkat.

DAFTAR PUSTAKA

1. Althouse, Turnquist, Bowditch, Bowditch, ***Modern Welding***, The Good heart -Willcox Co, Inc 1984.
2. Harsono W, Prof. Dr. Ir, ***Teknologi Pengelasan Logam***, PT Pradnya Paramita.
3. Howard B Cary, ***Modern Welding Teknologi***.
4. Ir Wiro, Msc, Charles G Solmon, ***Struktur Baja Desain Dan Perilaku***, Erlangga 1991.
5. TB. Jefferson, ***Metal And How Weld Them***, 1992

LAMPIRAN

- A. SPESIFIKASI BAJA KARBON RENDAH JIS G 3101
- B. DAFTAR SHORT CIRCUIT TRANSFER
- C. DAFTAR GLOBULAR TRANSFER
- D. SPESIFIKASI ELEKTRODA
- E. KOMPOSISI KIMIA ELEKTRODA BAJA KARBON
- F. HASIL PHOTO MIKRO
- G. HUBUNGAN ANTARA MASUKAN PANAS DAN KEKUATAN TARIK

PT KRAKATAU STEEL

HEAD OFFICE : WISMA BAJA, Jalan Gatot Subroto Kav. 54 Jak. Selatan
 Phone : 510268, 510454, 510881, 511796, 5200670, 5200671, 5200893, 5200990, 5204010
 Facsimile : 5200876 & 5204208
 Telex : 62956 & 62995 PTKS IA
 P.O. Box : 174 JKT - Indonesia

FIELD OFFICE : Cilegon - West Java
 Phone : (0254) 92159, 92003 Ext: 1001, 1015
 Facsimile : (62-0254) 601704, 601705, 601706, 601707
 Telex : (73) 44490 KS LOG IA - 45533 KS
 PROO IA
 P.O. Box : 14 Cilegon

MILL CERTIFICATE

LPE = Remaja Trading

PURCHASER : TJAHAYA AGUNG TUNGGAL, PT.
 JL. IKAN KAKAP NO. 2 - 4 - 6
 SURABAYA

SUPPLIER :
 COMMODITY : PRIME NEWLY PRODUCED HOT ROLLED
 STEEL IN SHEET/PLATE CUTTED EDGE
 SPECIFICATION : JIS G 3101 SS400

LC. NO. :
 CERTIFICATE NO. : B F725902785889/MC/DM/VIII/97
 DATE : AUGUST 18, 1997
 PURCHASE ORD.NO. :
 DELIVERY ORD.NO. :
 SUPPLIER ORD.NO. :
 ORDER NUMBER : F725902

PAGE 001 OF 001

HEAT NO.	SLAB NO.	COIL NO. AND PACKING NO.	TEST-NO.	DIMENSION T X W X L (MM)	QTY (N)	CHEMICAL COMPOSITION X100(%)						TENSILE TEST			IMPACT TEST	
						C	SI	MN	P	S	AL	RE	RM	A	TEST	AVG
SS470L	5400	399547 05	399547	6.00X1829X 8096	RPE 9	16.8	1.6	88.0	1.1	0.6	3.0	298	434	25	1000	

WE HEREBY CERTIFY THAT THE MATERIAL DESCRIBED ABOVE HAS BEEN TESTED AND COMPLIES WITH THE TERMS OF THE ORDER CONTRACT

DIVISION OF PROMOTOR

A. Spesifikasi Baja Karbon Rendah

Amptan

SECRET

[illegible][illegible]

COMPUTER
 COMPANY
 19120 WILLY PARKWAY
 SUITE 100
 SHERMAN, TEXAS 75081

ORDER NUMBER
 SUPPLIER AND
 DELIVERY AND NO.
 VOUCHER AND NO.
 DATE OF ORDER
 ORDER NUMBER

HEAT NO.	SLAB NO.	COIL NO. AND PAULING NO.	TEST NO.	DIMENSION T X W X L (IN)	QTY (IN)	CHEMICAL COMPOSITION C S P MN	CL	RT	PH	1 A	TEMP	
70001	1000	140356	140356	7.80X18.29X 68%	7	16.8 3.8 100.7 1.5	1.3	3.6	359	488	26	6000
		140358	02		7							
		140359	03		7							
		140359	04		7							
		140359	05		7							
63758L	1200	140359	01	7.80X18.29X 68%	7	16.8 3.8 100.7 1.5	1.3	3.6	359	488	26	6000
		140359	02		7							
		140359	03		7							
		140359	04		7							
		140359	05		7							
52372L	5400	140366	02	9.80X18.29X 68%	5	16.8 3.8 100.7 1.5	1.3	3.6	359	488	27	6000
		140366	03		5							
		140366	04		5							
72016L	1100	140367	01	5.80X18.29X 68%	5	16.8 3.8 100.7 1.5	1.3	3.6	359	488	27	6000
	4407	140368	01		5							
		140368	02		5							
		140368	03		5							
52172L	1200	140368	01	7.80X18.29X 68%	7	16.8 3.8 100.7 1.5	1.3	3.6	359	488	26	6000

100-443887-100

[illegible]

B. Daftar Short Circuit Transfer

Material Thickness (1)			Electrode Dia.		Welding Current	Arc Voltage	Wire Feed
Fraction	in.	mm	in.	mm	Amps-DC	Elec. Pos	ipm
24 ga.	0.025	0.6	0.030	0.8	30-50	15-17	85 100 90
22 ga.	0.031	0.8	0.030	0.8	40-60	15-17	130 70
20 ga.	0.037	0.9	0.025	0.9	55-85	15-17	120 100
18 ga.	0.050	1.3	0.035	0.9	70-100	16-19	160 120
1/16	0.063	1.6	0.035	0.9	80-110	17-20	180 160
5/64	0.078	2.0	0.035	0.9	100-130	18-20	220 210
1/8	0.125	3.2	0.035	0.9	120-160	19-22	290 210
1/8	0.125	3.2	0.045	1.1	180-200	20-24	240 210
3/16	0.187	4.7	0.035	0.9	140-160	19-22	290 210
3/16	0.187	4.7	0.045	1.1	180-205	20-24	245 240
1/4	0.250	6.4	0.035	0.9	140-160	19-22	290 210
1/4	0.250	6.4	0.045	1.1	180-225	20-24	290

C. Daftar Globular Transfer

Material Thickness			Type of Weld (a)	Electrode Dia.		Welding Current	Arc Voltage	Wire Feed
Ga.	in.	mm		in.	mm	Amps-DC	Elec. Pos.	ipm
18	0.050	1.3	Fillet	0.045	1.1	280	26	350
			square groove	0.045	1.1	270	25	340
16	0.063	1.6	Fillet	0.045	1.1	325	26	360
			square groove	0.045	1.1	300	28	350
14	0.078	2.0	Fillet	0.045	1.1	325	27	360
			square groove	0.045	1.1	325	29	360
			square groove	0.045	1.1	330	29	350
11	0.125	3.2	Fillet	1/16	1.6	380	28	210
			square groove	0.045	1.1	350	29	380
3/16	0.188	4.8	Fillet	1/16	1.6	425	31	260
			square groove	1/16	1.6	425	30	320
			square groove	1/16	1.6	375	31	260
1/4	0.250	6.4	Fillet	5/64	2.0	500	32	185
			square groove	1/16	1.6	475	32	340
3/8	0.375	9.5	Fillet	3/32	2.4	550	34	200
			square groove	3/32	2.4	575	34	160
1/2	0.500	12.7	Fillet	3/32	2.4	625	36	160
			square groove	3/32	2.4	625	35	200

D. Spesifikasi Elektroda

Typical composition %

	C	Si	Mn
Wire	0.1	1.0	1.7
Weld metal ¹⁾	0.1	0.6	1.1

Shielding gas CO₂

Typical mechanical properties. (CO₂) All weld metal specimens – As welded

Yield stress	470 N/mm ²
Tensile strength	590 N/mm ²
Elongation 5×D	25 %

Charpy V impact value

Test temp.	Joule
-20°C	80

Welding data

(See OK Autrod 12.51)

With CO₂ as shielding gas use 1–2 voltage more than with Ar/20 CO₂ for the same current.

E. Komposisi Kimia Elektroda Baja Karbon

CHEMICAL COMPOSITION, WEIGHT PERCENT

AWS Classification	C	Mn	Si	P	S	Ni ^a	Cr ^a	Mo ^a	V ^a	Cu ^b	Ti	Zr	Al
ER70S-2	0.07	0.90 to 1.40	0.40 to 0.70	0.025	0.035					0.50	0.05 to 0.15	0.02 to 0.12	0.05 to 0.15
ER70S-3	0.06 to 0.15	0.90 to 1.40	0.45 to 0.70										
ER70S-4	0.07 to 0.15	1.00 to 1.50	0.65 to 0.85										
ER70S-5	0.07 to 0.19	0.90 to 1.40	0.30 to 0.60										0.50 to 0.90
ER70S-6	0.07 to 0.15	1.40 to 1.85	0.80 to 1.15										
ER70S-7	0.07 to 0.15	1.50 to 2.00	0.50 to 0.80										
ER70S-G	No chemical requirements ^c												

a. These elements may be present but are not intentionally added.

b. The maximum weight percent of copper in the rod or electrode due to any coating plus the residual copper content in the steel shall be 0.50.

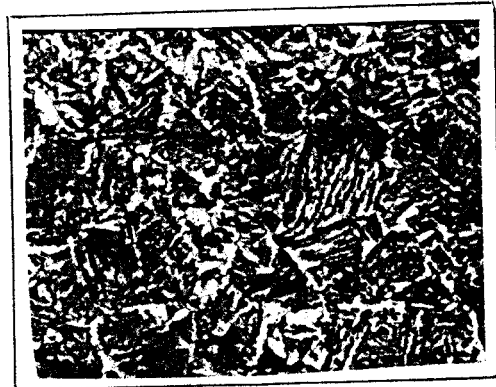
c. For this classification, there are no chemical requirements for the elements listed, with the exception that there shall be no intentional addition of Ni, Cr, Mo, or V.

F. Hasil Photo Mikro

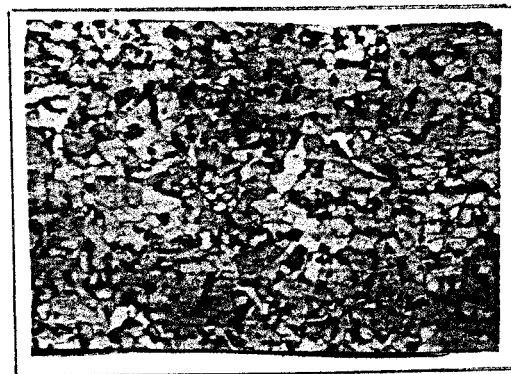
Sambungan 6 mm - 6 mm arus 140 A



(a)



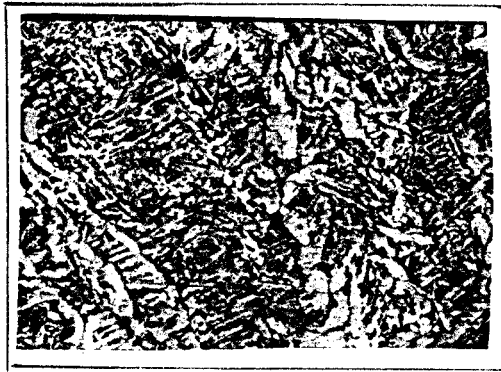
(b)



(c)

Gambar 1. Struktur mikro sambungan 6 mm - 6 mm 140 A, a) logam las, b) HAZ, c) logam induk.

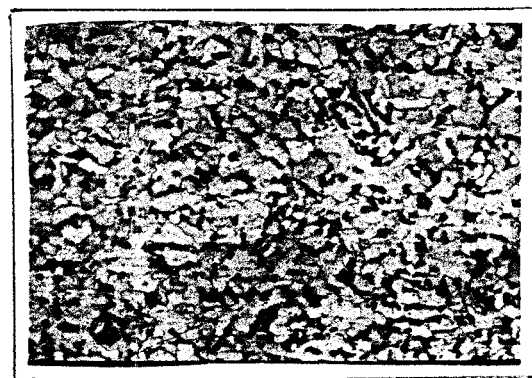
Sambungan 6 mm - 6 mm arus 150 A



(a)



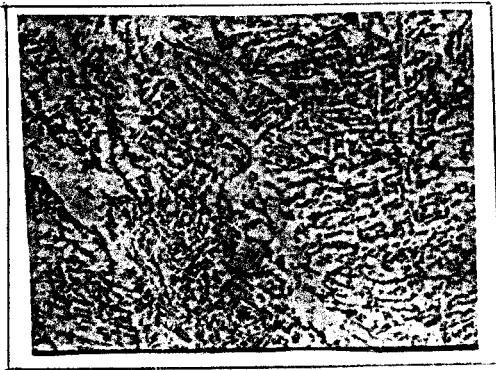
(b)



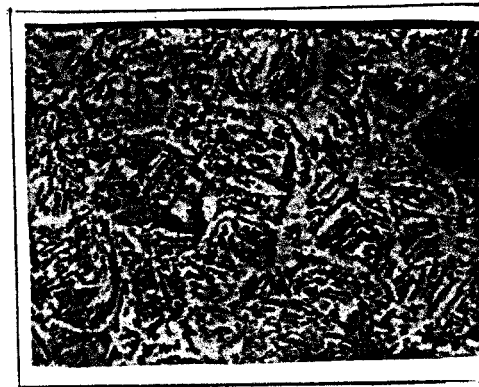
(c)

Gambar 2. Struktur mikro sambungan 6 mm - 6 mm 150 A, a) logam las, b) HAZ, c) logam induk.

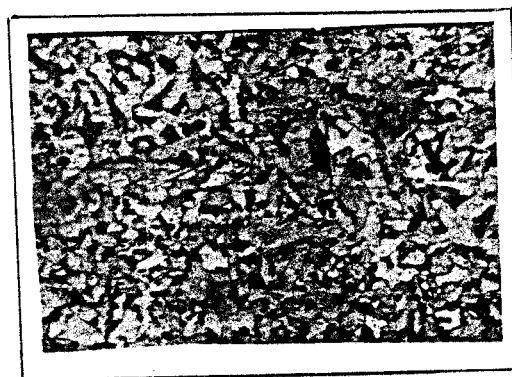
Sambungan 6 mm - 6 mm arus 160 A



(a)



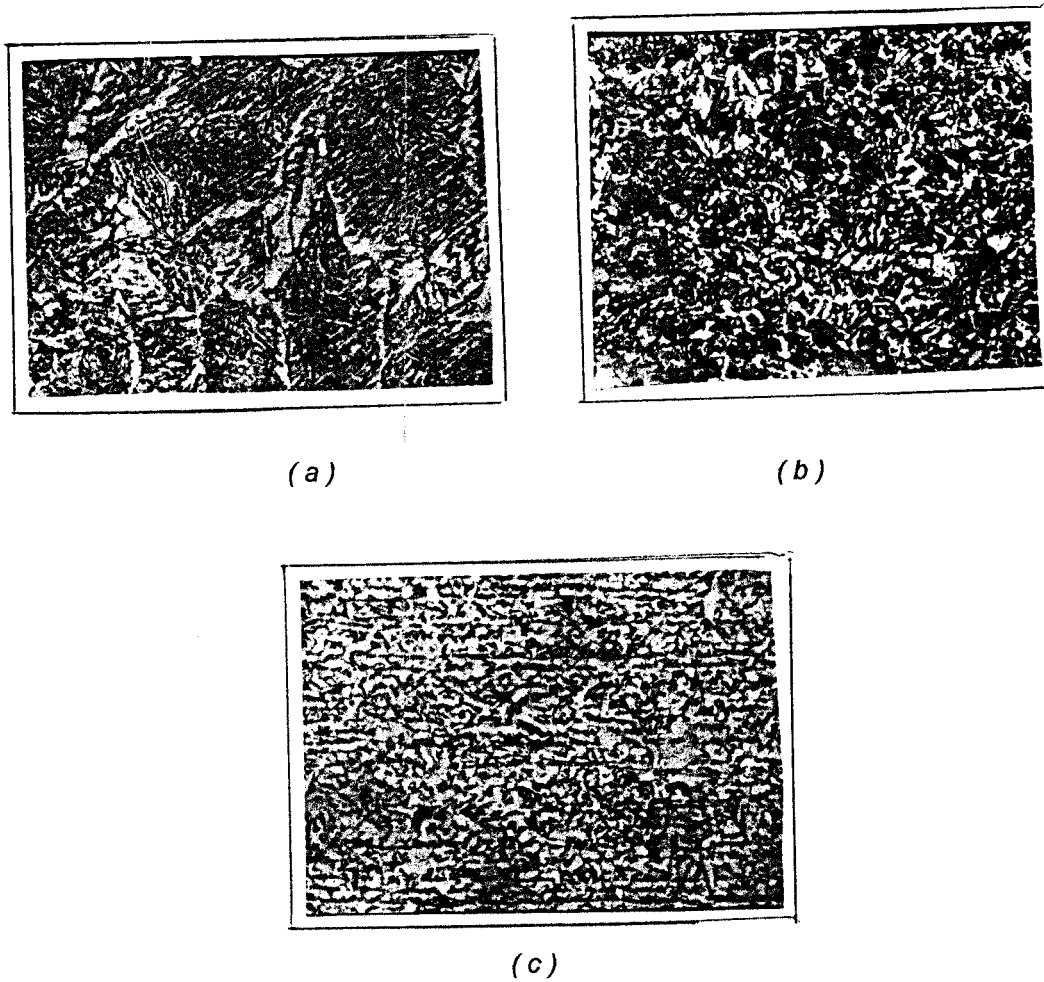
(b)



(c)

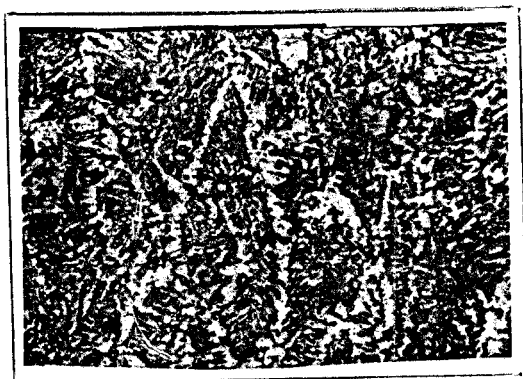
Gambar 3. Struktur mikro sambungan 6 mm - 6 mm 160 A, a) logam las, b) HAZ, c) logam induk.

Sambungan 8 mm - 8 mm arus 140 A

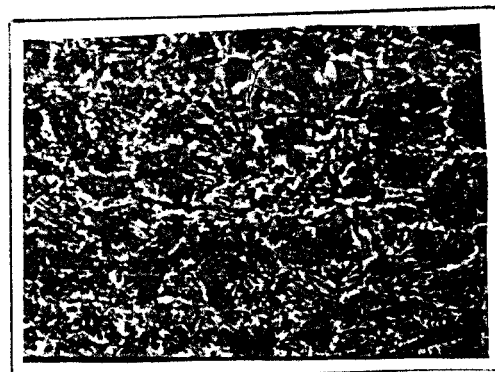


Gambar 4. Struktur mikro sambungan 8 mm - 8 mm 140 A, a) logam las, b) HAZ, c) logam induk.

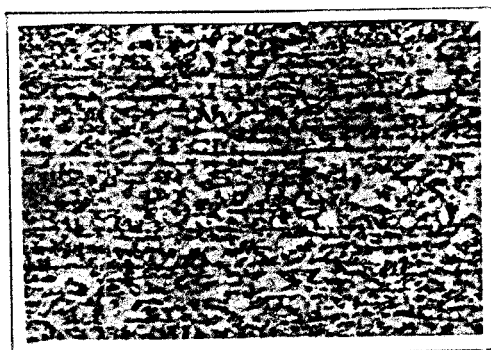
Sambungan 8 mm - 8 mm arus 150 A



(a)



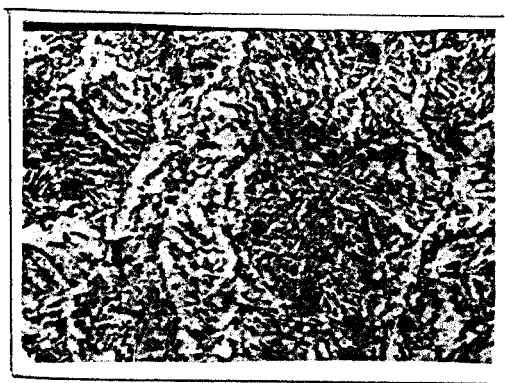
(b)



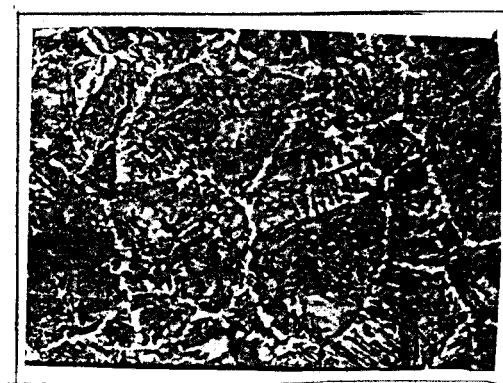
(c)

Gambar 5. Struktur mikro sambungan 8 mm - 8 mm 150 A, a) logam las, b) HAZ, c) logam induk.

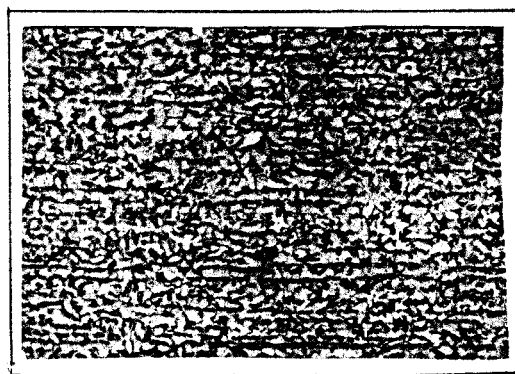
Sambungan 8 mm - 8 mm arus 160 A



(a)



(b)



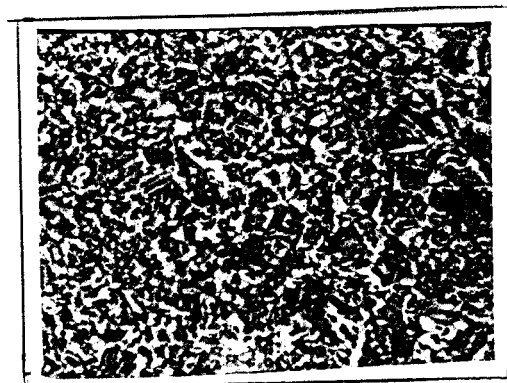
(c)

Gambar 6. Struktur mikro sambungan 8 mm - 8 mm 160 A, a) logam las, b) HAZ, c) logam induk.

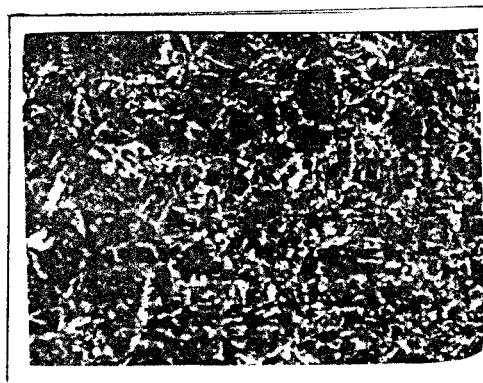
Sambungan 6 mm - 8 mm arus 140 A



(a)



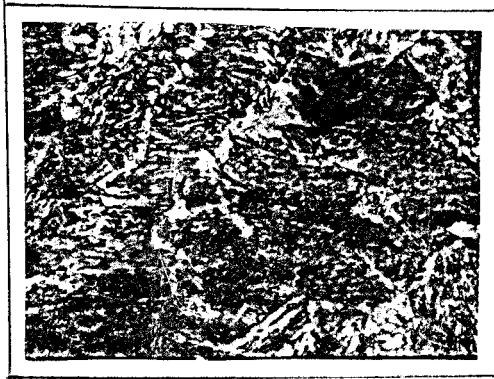
(b)



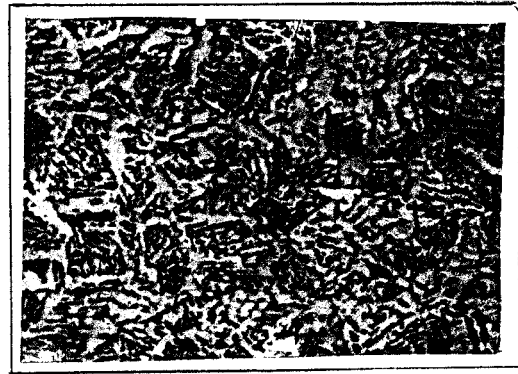
(c)

Gambar. 7 Struktur mikro sambungan 6 mm - 8 mm 140 A, a) logam las, b) HAZ logam tebal 6 mm, c) HAZ logam tebal 8 mm

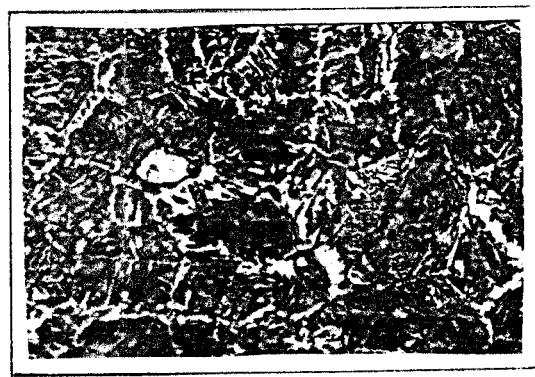
Sambungan 6 mm - 8 mm arus 150 A



(a)



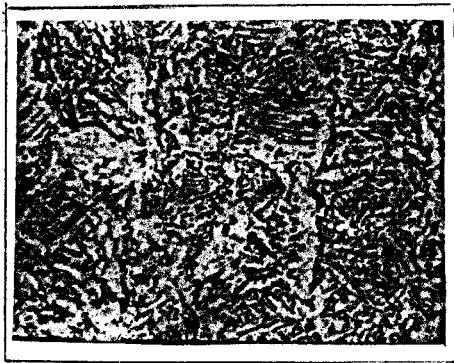
(b)



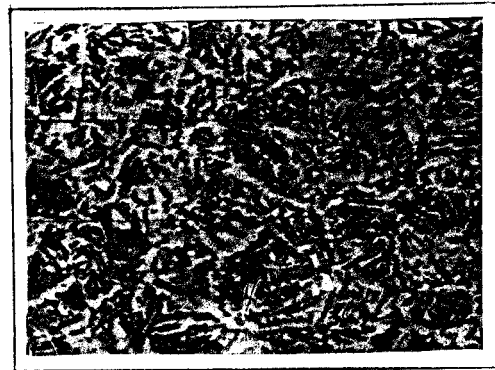
(c)

Gambar 8. Struktur mikro sambungan 6 mm - 8 mm 150 A, a) logam las, b) HAZ logam tebal 6 mm, c) HAZ logam tebal 8 mm

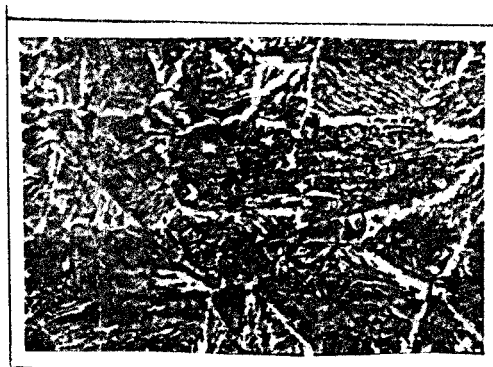
Sambungan 6 mm - 8 mm arus 160 A



(a)



(b)

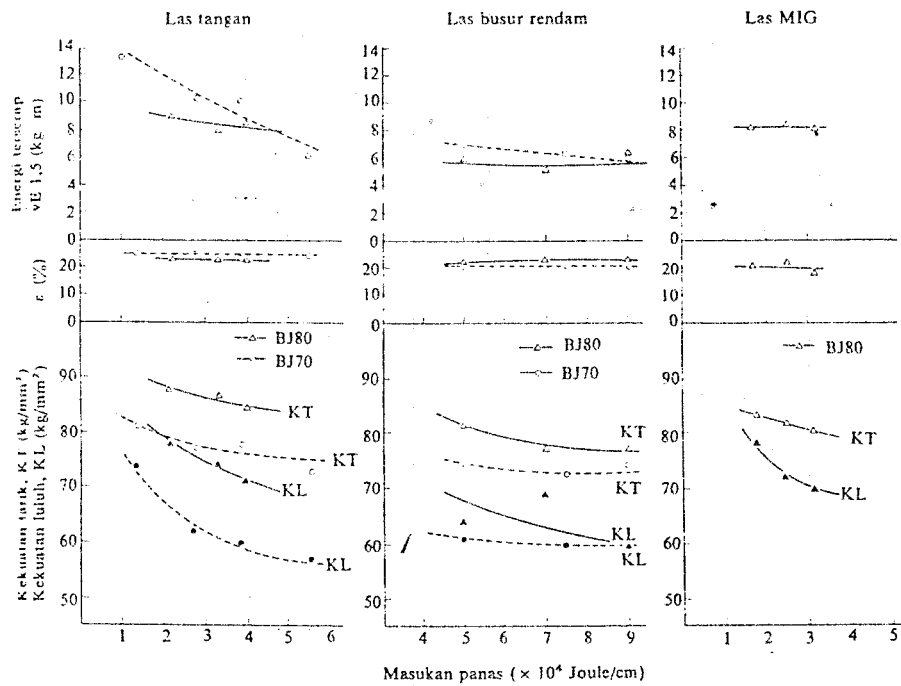


(c)

Gambar 9. Struktur mikro sambungan 6 mm - 8 mm 160 A, a) logam las, b) HAZ logam tebal 6 mm, c) HAZ logam tebal 8 mm



G. Hubungan Antara Masukan Panas dan Kekuatan Tarik



Gbr. 4.19 Hubungan antara Sifat Mekanik dan Masukan Panas pada beberapa penge-lasan dari Baja BJ70 dan BJ80.